

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2017**

**Karolína Bejčková**

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



**Studie obnovy zaniklé vodní nádrže na Žďárském potoce**  
**Study of Extinct Pond Restoration on Žďárský Stream**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Inženýrství životního prostředí

Vedoucí práce: Ing. Václav David, Ph.D.

**Karolína Bejčková**

---

Praha 2017



## ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební  
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

#### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Bejčková</u>	Jméno: <u>Karolína</u>	Osobní číslo: <u>423104</u>
Zadávací katedra: <u>11143</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství - B3651</u>		
Studijní obor: <u>Inženýrství životního prostředí - 3904R007</u>		

#### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Studie obnovy zaniklé vodní nádrže na Žďárském potoce</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Study of extinct pond restoration on Žďárský stream</u>	
Pokyny pro vypracování: Vypracujte studii obnovy zaniklé vodní nádrže na Žďárském potoce ve vojenském újezdu Hradiště v Doupovských horách. Ve studii se zaměřte na technické řešení obnovy vodní nádrže s přihlédnutím k potřebám uživatele daného území. Pro potřeby řešení proveďte nezbytné výpočty a navrhnete konstrukci hráze a funkčních objektů. Výkresovou dokumentaci zpracujte v podobě schémat, vzorových výkresů a situačních plánů. V textové části uveďte popis technického řešení, provedených výpočtů a širší vztahy v zájmovém území.	
Seznam doporučené literatury: Vrána K., Beran J.: Rybníky a účelové nádrže. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2013. ISBN 978-80-01-04002-7. Vrána K.: Rybníky a účelové nádrže - příklady. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 1991. ISBN 80-01-01793-1. ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže, 2011. Havlík V., Marešová I.: Hydraulika II. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01384-7	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Václav David, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>1.3.2017</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>28.5.2017</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém <del>plánu</del> příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

#### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>1.3.2014</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne .....

.....

Karolína Bejčková

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce Ing. Václavu Davidovi, Ph.D. za odborné vedení, rady, zodpovězení mých dotazů a čas, který mi věnoval. Dále děkuji Ing. Jaroslavu Faiferlíkovi a Ing. Jaroslavu Kaslovi za poskytnutí námětu na zpracování bakalářské práce i veškerých potřebných podkladů a odborných rad. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu, důvěru a trpělivost, kterými mě zahrnovali po celou dobu mého studia.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je návrh obnovy zaniklé vodní nádrže na Žďárském potoce v Doupovských horách. Hlavním účelem obnovy malé vodní nádrže je zadržení vody v krajině a podpora druhové rozmanitosti vytvořením prostředí pro život organismů.

Práce má formu studie a je rozdělena na dvě části. První část je teoretická, obsahuje definice základních termínů a informace týkající se malých vodních nádrží a jejich rekonstrukce. Součástí druhé poloviny práce je popis širších územních vztahů, vlastní návrh řešení, základní hydrotechnické výpočty a výkresové přílohy. Výsledkem práce je návrh rekonstrukce hráze, návrh sdruženého objektu, odpadní štoly od bezpečnostního přelivu a navazujícího úseku upraveného koryta pod hrází. Součástí navrženého řešení obnovy vodní nádrže je také úprava zátopy a úprava tankové cesty na přítoku do nádrže.

## **Abstract**

The aim of this bachelor thesis is to design the former pond restoration on Žďárský stream in the Doupov Mountains. The main purpose of the water reservoir restoration is to retent water in the landscape and to promote biodiversity by creating an environment for organisms existence.

The thesis has the form of a study, divided into two parts. The first part is theoretical, it contains definitions of basic terms and informations about small water reservoirs and their restoration. The second part includes the description of the locality, the design solution, basic hydrotechnical calculations and drawing attachments. The result of the thesis is the design of the dam reconstruction, the design of the associated object, the drain trough of the spillway and the following adjusted riverbed section. The design of the pond restoration also includes the flooded area modification and the adjustment of the tank path at the inlet to the pond.

## **Klíčová slova**

malá vodní nádrž, obnova, rekonstrukce, hráz, litorální pásmo, zátopa, bezpečnostní přeliv, výpustné zařízení, rybníční stoka, koryto toku, návrhový průtok

## **Key Words**

Small Water Reservoir, Restoration, Reconstruction, Dam, Litoral Zone, Flooded Area, Spillway, Discharge Device, Pond Sewer, Streamflow, Design Flow

# Obsah

1. Úvod .....	7
2. Malé vodní nádrže.....	9
2.1. Vymezení základních termínů .....	9
2.1.1. Vodní dílo .....	9
2.1.2. Malá vodní nádrž.....	9
2.1.3. Rekonstrukce malé vodní nádrže .....	9
2.1.4. Revitalizace malé vodní nádrže.....	10
2.2. Účel malých vodních nádrží .....	10
2.3. Hlavní funkce malých vodních nádrží.....	10
2.4. Části malé vodní nádrže .....	12
2.4.1. Hráz .....	12
2.4.2. Výpustné zařízení .....	12
2.4.3. Bezpečnostní přeliv .....	12
2.4.4. Speciální objekty .....	12
2.4.5. Rybníční stoka a koryto pod nádrží.....	13
2.4.6. Úpravy plochy nádrže a blízkého okolí.....	13
2.4.7. Litorální pásmo.....	13
2.5. Revitalizační opatření na MVN.....	14
2.6. Obnova a výstavba malých vodních nádrží.....	15
2.7. Rekonstrukce malých vodních nádrží.....	15
2.7.1. Důvody rekonstrukce MVN .....	15
2.7.2. Podklady pro rekonstrukci MVN .....	16
2.7.3. Obecné zásady rekonstrukce MVN .....	17
3. Základní údaje o zájmovém území.....	19
3.1. Geomorfologické poměry .....	20
3.2. Morfologické poměry.....	20
3.3. Geologické a půdní poměry .....	21
3.4. Klimatické poměry .....	21
3.5. Hydrologické a hydrogeologické poměry.....	22
3.6. Vojenský újezd Hradiště .....	23
3.7. Sídla .....	23
3.8. Vegetace.....	26
3.9. Chráněná území .....	27
4. Popis stávajícího stavu vodní nádrže .....	28
4.1.1. Plocha zátopy .....	28
4.1.2. Tok.....	28

4.1.3.	Hráz .....	29
4.1.4.	Další objekty .....	29
5.	Popis navrženého řešení .....	30
5.1.	Základní údaje navržené MVN .....	30
5.2.	Popis jednotlivých stavebních objektů.....	32
5.2.1.	SO01 Hráz.....	32
5.2.2.	SO02 Sdružený objekt .....	33
5.2.3.	SO03 Koryto pod hrází .....	34
5.2.4.	SO04 Úprava zátopy.....	35
5.2.5.	SO05 Tanková cesta .....	36
6.	Hydrotechnické výpočty.....	37
6.1.	Bezpečnostní přeliv .....	37
6.2.	Návrh koryta pod nádrží.....	40
6.2.1.	Návrh tvaru koryta .....	40
6.2.2.	Posouzení stability koryta metodou nevymílacích rychlostí.....	41
6.3.	Návrh rámových propustků .....	42
6.3.1.	Návrh odpadu od sdruženého objektu .....	42
6.3.2.	Návrh rámového propustku pod tankovou cestou.....	43
6.4.	Bilance malé vodní nádrže .....	45
6.4.1.	Přítok do nádrže .....	45
6.4.2.	Odtok z nádrže .....	45
6.4.3.	Ztráty výparem z vodní hladiny.....	46
6.4.4.	Průsak tělesem hráze .....	46
6.4.5.	Vyhodnocení bilance.....	48
6.5.	Určení objemů.....	48
6.5.1.	Základní objemy .....	48
6.6.	Charakteristické čáry.....	49
7.	Závěr.....	51
8.	Seznam použitých zdrojů .....	53
9.	Seznam použitých zkratk.....	55
10.	Seznam tabulek .....	56
11.	Seznam obrázků a grafů .....	56
12.	Seznam rovnic .....	57
13.	Seznam výkresových příloh.....	57



# 1. Úvod

Voda je základní složkou životního prostředí a důležitou podmínkou pro život. Množství vody na Zemi je konstantní, ale mění se její rozdělení mezi atmosférou, půdou a povrchem. Nerovnoměrné rozmístění zásob vody na zemském povrchu bylo vždy zásadním problémem lidstva. V současné době se neustále zhoršuje kvalita povrchové i podzemní vody, což znamená značný úbytek zdravotně nezávadné pitné vody. Stále více lidí se potýká se suchem, přibývá ale i problémů spojených s povodněmi a dalšími extrémními jevy. Mnoho teorií do budoucna předpovídá prudký nárůst oblastí postižených suchem, ale i daleko častější a nepředvídatelnější výskyt povodní, přívalových srážek a dalších klimatických extrémů. Proto vždy existovaly snahy zajistit dostatek vody potřebný k životu a pro závlahy pěstovaných plodin, ochránit svá sídla před povodněmi a vytvořit zásoby vody pro období sucha pomocí vodních nádrží a úprav na tocích.

První vodohospodářské úpravy se objevovaly již ve starověkých civilizacích v Egyptě, Mezopotámii či Číně. Jejich technické řešení bylo překvapivě vyspělé – vodní nádrže měly zemní hráze, základové výpusti i bezpečnostní přelivy. [1]

Není přesně známo, kdy se poprvé objevily rybníky na našem území. Ačkoliv neexistují přímé doklady, nejspíše to bylo v průběhu 10. století n.l. Z tohoto období alespoň existují první písemné zmínky o rybnících, například zmínka o obci Rybníček z roku 993. Rybníky jsou zmiňovány také v kupních smlouvách v dodatcích ke Kosmově kronice ze 12. století. První umělé vodní nádrže měly zejména rybochovný účel, později byly využívány i pro jiné účely - k provozu mlýnů, pil, či k plavení dřeva. Výstavba rybníků se postupně rozvíjela a technologie se stávaly vyspělejšími. V 16. století došlo k největšímu rozvoji rybníkářství, a to na panstvích Rožmberků v jižních Čechách a Pernštějnů ve východních Čechách. Vznikly celé rybníční soustavy, které kromě vodohospodářské funkce zásadně změnil vzhled krajiny a zvýšily kvalitu území. Od té doby výstavba rybníků stagnovala nebo upadala kvůli zvyšující se potřebě zemědělských ploch. [2] Ve druhé polovině 20. století se kvůli úpravám na tocích i celých povodích zásadně narušil odtokový režim krajiny. Likvidací stabilizačních prvků v krajině, zejména rozoráváním mezí, rušením remízů a scelováním pozemků došlo k vážnému poškození krajiny a nadměrné erozi půdy. Používání chemických hnojiv v zemědělství vedlo k zatížení chemickými látkami. Necitlivé zásahy do krajiny obrovského plošného rozsahu bez uvážení ekonomických a ekologických aspektů měly důsledky, jejichž napravení či zmírnění bude trvat řadu let. [3]

Od devadesátých let 20. století se za účelem obnovy ekologické stability krajiny a jejích prvků začala realizovat revitalizační opatření, která v ostatních evropských zemích započala již v 70. letech. Cílem je dosažení stavu přírodě blízké a harmonické krajiny, v níž budou narušené ekosystémy vyváženy ekologicky stabilními plochami. Každá vodní plocha je významným stabilním krajinným prvkem. Proto se v rámci revitalizačních opatření obnovuje přirozené vodní prostředí a podporuje se výstavba nových vodních ploch, rekonstrukce i obnova zaniklých rybníků, či vznik přírodě blízkých mokřadů a tůní. Tato opatření jsou mnohdy podporována dotačními krajinoformovacími programy. [3]

Cílem této bakalářské práce je vytvořit studii obnovy zaniklé vodní nádrže na Žďárském potoce v Doupovských horách. Bakalářská práce by měla sloužit jako jedna z možností řešení obnovy bývalé vodní nádrže. Jelikož má formu studie, může být použita jako vhodný podklad pro detailní projektovou dokumentaci. Cílem je vhodný návrh řešení obnovy vodní nádrže s ohledem na okolní území a požadavky zadavatele. Požadovaným účelem obnovy malé vodní nádrže je zejména zadržování vody v krajině, podpora biodiverzity a vytvoření krajinoformovacího prvku, který kdysi v daném území existoval. Předmětem studie je tedy vytvoření vhodného návrhu rekonstrukce hráze, funkčních objektů, tvaru zátopy a úprav nejbližšího okolí.

Studie se skládá z teoretické části a praktické části. První část je souhrn základních informací z problematiky malých vodních nádrží a jejich rekonstrukce. Druhá část obsahuje vlastní návrh řešení – údaje o zájmovém území, základní parametry navrhované vodní nádrže, popis jednotlivých stavebních prvků, hydrotechnické výpočty a výkresové přílohy. V závěru je rekapitulace hlavních složek návrhu a zhodnocení navrženého řešení, včetně nutných korekcí a doplňujících podrobných průzkumů, předcházejících detailní projektové dokumentaci.

Zadání pro zpracování bakalářské práce bylo poskytnuto firmou Vodoplan, s. r. o. Součástí poskytnutých podkladů bylo geodetické zaměření lokality, fotodokumentace a hydrologická data ČÚZK. Pro zpracování bakalářské práce byly využity programy Autodesk AutoCAD 2014, ArcGIS ArcMap 10.3, MS Office Word, MS Office Excel a PDFCreator 2.4.

## 2. Malé vodní nádrže

První část bakalářské práce je věnována malým vodním nádržím a jejich rekonstrukci. V první řadě jsou vymezeny základní termíny – malá vodní nádrž, vodní dílo, rekonstrukce a revitalizace malé vodní nádrže. Poté jsou popsány základní funkce, přínosy a možné negativní vlivy výstavby vodních nádrží, spolu s kritérii, která by měla být posuzována při rozhodování o výstavbě či rekonstrukci vodní nádrže. Rešerše také obsahuje popis základních stavebních prvků malých vodních nádrží. Nakonec jsou uvedeny principy rekonstrukcí malých vodních nádrží a postupy při opravách jednotlivých objektů.

### 2.1. Vymezení základních termínů

#### 2.1.1. Vodní dílo

Dle vodního zákona č. 254/2001 Sb. Jsou vodní díla definována jako „stavby, které slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným účelům sledovaným tímto zákonem.“ [5], [6]

#### 2.1.2. Malá vodní nádrž

Pojmem malá vodní nádrž se označuje vodní dílo sloužící k vzdouvání a zadržování vody, se sypanými hrázemi, a které dle ČSN 75 2410 splňuje současně dvě podmínky. Objem nádrže po hladinu ovladatelného prostoru (normální hladinu<sup>1</sup>) není větší než 2 mil. m<sup>3</sup> a zároveň platí, že největší hloubka nádrže<sup>2</sup> nepřesahuje 9 m. [6]

#### 2.1.3. Rekonstrukce malé vodní nádrže

Termínem se dle ČSN 75 2410 rozumí úprava, přestavba a budování nových zařízení a částí malých vodních nádrží (hrází, objektů, prostorů nádrže a okolí) provozovaných, zrušených nebo havarovaných, které nevyhovují požadavkům na jejich funkci a bezpečnost.

---

<sup>1</sup> Hladina ovladatelného prostoru je hladina v úrovni nejnižší části přelivné hrany nehrazeného přelivu nebo horní hrany uzávěru hrazeného přelivu. Pod touto úrovní lze v nádrži akumulovat vodu a vypouštět ji podle potřeby (s omezením daným kapacitou výpustného zařízení).

<sup>2</sup> Největší hloubkou nádrže se rozumí svislá vzdálenost nejnižší položeného místa dna nádrže od maximální hladiny, neuvažují se lokální prohlubně a větší hloubky v místě původního koryta, hlavní rybniční stoky apod.

Nejčastější náplní rekonstrukce vodní nádrže je například výměna původního výpustního zařízení, rekonstrukce nevyhovujících bezpečnostních přelivů, dodatečná instalace odběrných zařízení, rekonstrukce rybochovných zařízení v případě rybníků, či vybudování nebo rekonstrukce příjezdové komunikace. [6]

#### **2.1.4. Revitalizace malé vodní nádrže**

Revitalizace MVN je v ČSN 75 2410 definována jako činnost, kterou se obnovují narušené či změněné základní ekologické funkce malých vodních nádrží. Revitalizací vodní nádrže může být odstranění sedimentů, revitalizace navazujícího toku, výstavba tůní či vytvoření ostrůvků. Způsoby revitalizací včetně jejich přínosů jsou dále popsány v kapitole 4.5. [3], [6]

### **2.2. Účel malých vodních nádrží**

Malé vodní nádrže lze dělit dle jejich účelu na zásobní nádrže, ochranné retenční nádrže, rybochovné nádrže, nádrže upravující vlastnosti vody (chladicí, usazovací, dočišťovací biologické apod.), hospodářské nádrže (např. protipožární), speciální účelové nádrže (např. vyrovnávací, přečerpávací), asanační nádrže, rekreační nádrže, nádrže na ochranu flory a fauny, nádrže krajinytvorné a v obytné zástavbě. Malá vodní nádrž může kombinovat několik způsobů využití zároveň, v tom případě se jedná o nádrž víceúčelovou. [1]

### **2.3. Hlavní funkce malých vodních nádrží**

Malé vodní nádrže mají mnoho funkcí, které mohou být přínosné pro lidi i přírodu za předpokladu, že je nádrž dobře navržena a zasazena do krajiny, správně provedena a následně vhodně využívána. Tyto podmínky ale automaticky nesplňuje každá nádrž. Obnovované a nově budované nádrže by měly maximálně naplňovat své funkce. Nádrže splňující hlavní veřejné funkce mohou být podporovány dotacemi. Mezi příznivé funkce malých vodních nádrží patří retence vody v krajině, retence povodňových průtoků, možný pozitivní vliv na kvalitu vody, podpora biodiverzity a možnost využití pro rekreaci či pro chov ryb. [7]

#### *2.3.1.1 Zadržování vody v krajině*

Tato funkce bývá často uváděna jako nejdůležitější. Vliv na zadržování vody je omezen. Vodní nádrž je pro povodí pod nádrží pouze pasivní zásobou vody. Malým přínosem může být nadlepšování průtoků v suchých obdobích, které se ale reálně příliš nepraktikuje. Přínosem zadržené vody je ale zejména vznik vodních ekosystémů. Voda zadržovaná v rybnících se také účastní malého vodního koloběhu, což má v lokálním měřítku pozitivní vliv na mikroklima. [7], [8]

#### *2.3.1.2 Retence povodňových průtoků*

Vodní nádrž může příznivě ovlivnit průběh povodně pro část povodí pod nádrží zadržením části objemu přitékající vody ve svém retenčním objemu. Nádrž může mít pozitivní vliv na průběh extrémních průtoků, pokud má nezanedbatelný retenční prostor a vhodně navržené objekty. Hlavním přínosem je poté zpoždění kulminace a zploštění povodňové vlny. U malých vodních nádrží s plochou v jednotkách hektarů je retenční schopnost malá. [7]

#### *2.3.1.3 Vliv na kvalitu vody*

Ve vodě akumulované v malé vodní nádrži dochází k biochemickým pochodům, které mohou vést ke zlepšení kvality vody v nádrži i pod ní. Zlepšení kvality vody souvisí s dobou zdržení vody v nádrži. Při zdržení vody několik desítek minut dosahuje nádrž funkce lapače písku. Při zdržení více než 5 dnů může nádrž dosahovat až účinnosti stabilizační nádrže a účinně odstranit silné organické znečištění. Při nadměrných přísunech látek do nádrže může ale naopak docházet ke druhotnému organickému znečištění a následné eutrofizaci. To může mít za následek zhoršení kvality vody v nádrži i pod ní a ohrožení vodních organismů. [7], [8]

#### *2.3.1.4 Podpora biodiverzity*

Vodní nádrže jsou prostředím pro život vodních a mokřadních společenstev. K podpoře jejich optimálního prostředí slouží litorální pásmo, které by vždy mělo tvořit danou část celkové plochy nádrže. [7] Pokud mají být nádrže významnějším přínosem pro biodiverzitu, měly by být v nádrži mělčiny, členité břehy a nerušené části. [3]

#### *2.3.1.5 Chov ryb, sportovní rybolov*

Chov ryb byl a stále je jedním z nejvýznamnějších účelů umělých vodních nádrží. Výnosy z rybochovu mohou být navíc potřebným zdrojem financí pro nutné opravy a zachování funkčnosti vodní nádrže. [8]

#### *2.3.1.6 Krajinotvorný a estetický význam*

Vodní plochy jsou neodmyslitelnou součástí naší krajiny – rybníky mají na našem území celkovou rozlohu asi 52 tisíc ha. Každá vodní plocha má významný vliv na krajinný ráz. [8]

#### *2.3.1.7 Rekreační zázemí obcí*

Malé vodní nádrže v blízkosti obcí mohou současně plnit funkci ekologickou i sloužit pro koupání nebo jako součást parkových úprav. [8]

## 2.4. Části malé vodní nádrže

### 2.4.1. Hráz

Hráz je nejdůležitějším, nejnákladnějším a stavebně nejnáročnějším prvkem vodní nádrže, který představuje největší dopady případné poruchy a největší nebezpečí pro část povodí pod nádrží. Proto je zásadní správný návrh a technické provedení hráze, zvolení vhodného materiálu pro stavbu, bezpečné odvedení průsakových vod a ochrana svahů hráze. [1]

### 2.4.2. Výpustné zařízení

Výpustná zařízení slouží pro udržení hladiny normálního nadržení na potřebné úrovni a pro úplné vypuštění nádrže. Musí splňovat požadavky na bezpečné odvedení vody z nádrže v požadovaném čase. Umístění výpustného zařízení se volí do nejnižšího místa rybníční stoky. Dno nádrže se vyspáduje k rybníční stoce a odstraní se veškeré prohlubně, aby mohla být v případě potřeby vypuštěna veškerá voda. Každá vodní nádrž musí být vybavena minimálně jedním výpustným zařízením, nádrže s objemem zásobního prostoru větším než 1 mil. m<sup>3</sup> musí mít dvě výpustná zařízení. Výpustné zařízení se skládá z uzavíracího prvku, zařízení pro odvedení vody a případně česlových stěn. Lze je rozdělit na otevřené, trubní a štolý. [1]

### 2.4.3. Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přelivy slouží při povodňových průtocích jako ochrana koruny hráze proti přelití. Musí být součástí všech průtočných nádrží. Bezpečnostní přelivy malých vodních nádrží se navrhují zpravidla nehrazené, aby nevyžadovaly obsluhu během povodně. Navrhují se na bezpečné provedení návrhového kulminačního průtoku. Možnými typy bezpečnostních přelivů jsou bezpečnostní přelivy přímé, boční, korunové, kombinované (sdružené objekty splňující funkci výpustného zařízení, bezpečnostní přelivu a odběrného objektu) a speciální přelivy (nouzové). Nevhodné pro použití na malých vodních nádržích jsou přelivy s vysokou pravděpodobností ucpání či překročení průtoku, tedy přelivy šachtové a trubní. [1]

### 2.4.4. Speciální objekty

Malá vodní nádrž může být vybavena řadou speciálních objektů, které vyžaduje způsob jejího využívání. Mohou to být například odběrná zařízení, loviště a kádiště, speciální zařízení pro vodní sporty či regulační zařízení. [1]

### **2.4.5. Rybníční stoka a koryto pod nádrží**

Koryto v nádrží (rybníční stoka) provádí vodu nádrží a odvádí vodu při vypouštění nádrže. Navrhuje se neopevňené se sklony svahů 1:2 až 1:3 a šířkou ve dně 1,0 až 2,0 m.

Koryto pod nádrží se navrhuje dle zásad úprav malých vodních toků. Průtočný profil se navrhuje na bezpečné odvedení návrhového průtoku. Opevnění se volí tak, aby začlenilo úsek upraveného koryta do krajiny a aby nedocházelo k dnové a břehové erozi či nátržím. Délka upraveného koryta do napojení na tok původní se volí dle místních podmínek, v takové vzdálenosti, aby při vybřežení za povodňových průtoků nebyla ohrožena stabilita hráze zpětným zatopením. [1]

### **2.4.6. Úpravy plochy nádrže a blízkého okolí**

Plochu zátopy je nutné před napuštěním nádrže upravit sejmutím ornice, odstranit stromy a keře včetně kořenů a upravit dno nádrže do požadovaných sklonů s vyspádováním k rybníční stoce. Břehy nádrže se upravují do sklonů 1:2 až 1:3 nebo dle původního terénu, proti nadměrné erozi se využívá osetí či kamenný zához. Od úrovně normální hladiny je vhodné vytvořit pás travnatého porostu minimální šířky 15 m pro zachycení splavenin z okolí. [1] Pro začlenění vodního díla do krajiny by měl být součástí návrhu i vegetační doprovod, který by měl být tvořen autochtonními druhy typickými pro daný region.

### **2.4.7. Litorální pásmo**

Z ekologického hlediska se jedná o nejcennější část vodní nádrže. Litorálním pásmem se nazývá mělkovodní část nádrže, která se zpravidla nachází při březích nádrže a u přítoku. Litorál tvoří plynulý přechod mezi vodním prostředím a okolím nádrže. Dále chrání břehy nádrže před vlnami a má význam ekologický a estetický. Díky malým hloubkám dochází k prohřívání vody, což je příznivé pro existenci určitých vodních rostlin i živočichů. V litorálu se soustředí značná část druhů, tvořící celkovou biodiverzitu biotopu vodní nádrže. [6], [7]

Hloubka vody by měla dosahovat 0 až 60 cm na vzdálenost několika metrů od okraje nádrže. Rozsah mělkovodního pásma se odvíjí od sklonu dna. Litorál je vhodné navrhovat se sklony dna 1:7 a mírnějšími. Požadovaná plocha litorálu by měla činit 15 až 18 % z celkové plochy nádrže. [6], [7]

## 2.5. Revitalizační opatření na MVN

Malým vodním nádržím mohou být navraceny základní ekologické funkce pomocí revitalizačních opatření. Základní revitalizační opatření na malých vodních nádržích včetně jejich účinků jsou uvedeny v Tabulce 1.

Tabulka 1 – Revitalizační opatření na malých vodních nádržích

Revitalizační opatření	Vyvolané změny	Účinky revitalizace
<b>obnova litorálního pásma</b> <b>vytvoření ostrovů, mokřadů, tůní</b>	vymezení plochy pro rozvoj litorálního pásma (min. 15-18 % plochy nádrže)	posílení ekologické funkce nádrže a začlenění do krajiny
<b>revitalizace navazujícího úseku vodního toku</b>	snížení zanášení nádrže sedimenty	posílení ekologické funkce nádrže a začlenění do krajiny
<b>vytvoření sedimentační tůně na přítoku</b>		omezení eutrofizace a zanášení nádrže
<b>odstranění sedimentů</b>	zvětšení akumulčního prostoru	dosažení původních nádržních prostor
<b>úprava dna nádrže</b>	odstranění prohlubní, vystokování dna	snížení trofie vody, omezení výskytu invazních druhů ryb
<b>úprava břehové linie</b>	návrh a výsadba doprovodné vegetace dle odpovídajícího vegetačního stupně	posílení ekologické funkce nádrže, posílení biodiverzity, začlenění do krajiny
<b>zatravnění pásu šířky min. 20 m po obvodu nádrže</b>	vytvoření bariéry pro zanášení nádrže a následnou eutrofizaci	omezení eutrofizace a zanášení nádrže
<b>odstranění migračních bariér na vodním toku, zprůchodnění odběrných objektů u bočních hrází</b>	zajištění migrační prostupnosti vodního toku a trvale udržitelného rozvoje vodních živočichů	posílení biodiverzity a ekologické funkce vodního toku
<b>opatření k omezení transportu sedimentů v povodí</b>	organizace povodí z hlediska protierozní ochrany	omezení zanášení nádrže sedimentem, posílení výše uvedených funkcí

[6]



## 2.6. Obnova a výstavba malých vodních nádrží

Výstavba vodních nádrží není jednoznačně pozitivním krokem a neměla by být upřednostňována za každou cenu. Vznik vodní plochy má mnoho pozitiv, ale též celou řadu negativních dopadů (například omezení migrační průchodnosti, již zmiňované možné zhoršení kvality vody v důsledku zanášení živinami, či bezpečnostní riziko protržení hráze (zvláštní povodně)). Proto je vždy nutné zvážit přínosy a důsledky případné výstavby a vybrat nejvhodnější řešení. Stejně tomu je i u rekonstrukcí zaniklých vodních nádrží. Je nutné znát historii bývalého vodního díla, především důvody jeho zániku. [3], [9]

Výstavba vodní nádrže je z ekologického hlediska vhodná, pouze pokud zlepší ekologický stav krajiny, tedy pokud nahradí ekologicky méně hodnotné plochy. Vodní nádrž naopak nesmí zatopit hodnotná území, kde jsou dochované kvalitní břehové porosty, lužní lesy, mokřadní a luční společenstva či přírodě blízké lesy. Degradované plochy, území s upravovanými vodotečemi a systematickým odvodněním vznikem vodní nádrže naopak získají větší ekologickou hodnotu. Při návrhu vodní nádrže je třeba vybrat vhodnou vodohospodářskou koncepci. Funkčnost nádrže se odvíjí od jejího zasazení do terénu, konstrukčního řešení objektů a tvarového provedení zátopy. Vybudování nádrže není samo o sobě dostačujícím krokem ke zlepšení stavu daného území. Vždy je nutné zapojit nový prvek do krajiny a použít další opatření, jmenovaná v předchozí kapitole. Nové nádrže je třeba umísťovat ve vhodných profilech, kde je to krajinářsky, vodohospodářsky, technicky a ekonomicky přijatelné. Nevhodné je uvažovat o vytvoření nádrže v lokalitách, kde nebude smysluplný poměr mezi velikostí hráze, bezpečnostních objektů a objemem zátopy, v místech, kde nebude možné zajistit dostatečné množství vody nebo v místech s nedostatečným těsněním dna. Pro zajištění funkce budoucího vodního ekosystému je taktéž nutné vytipovat možné zdroje znečištění, které by zhoršovaly kvalitu vody v nádrži. [3]

## 2.7. Rekonstrukce malých vodních nádrží

Rekonstrukce malé vodní nádrže, jejích částí, nebo obnova zaniklé nádrže je mnohdy problematická. Při rozhodování, zda danou nádrž obnovit nebo rekonstruovat je nutné mít stejné podklady, jako v případě stavby nové nádrže, a navíc posouzení stávajícího stavu vodního díla. [1]

### 2.7.1. Důvody rekonstrukce MVN

Hlavními důvody pro rekonstrukci jsou nevyhovující technický stav nádrže, snížený užitný stav nádrže, případně změna využití nádrže. [10]

### 2.7.1.1 *Nevyhovující technický stav nádrže*

Důvodem pro rekonstrukci může být nevyhovující technický stav, který neohrožuje bezpečnost, ale znesnadňuje údržbu či užívání vodního díla, nebo vyžaduje velké množství oprav. Pakliže je malá vodní nádrž v havarijním stavu a představuje bezpečnostní riziko, je její oprava nezbytná. Pokud majitel ignoruje potřebu oprav, bude oprava provedena jinou osobou pověřenou vodoprávním úřadem na náklady vlastníka. Stav nádrže se posuzuje při technické revizi jednou za dva roky odborně způsobilou osobou pověřenou MŽP, dále během pravidelné prohlídky TBD s periodou dle kategorie nádrže. [10]

### 2.7.1.2 *Snížený užitný stav nádrže*

Pokud není ohrožena bezpečnost, ale nádrž již neplní své funkce z důvodu zanesení sedimenty, je nutným krokem odbahnění nádrže. Problémy vedoucí k odbahnění mohou být zmenšení akumulačního objemu nádrže, zhoršená kvalita vody v nádrži, důvody estetické, environmentální a výjimečně i retenční. [10]

### 2.7.1.3 *Změny využití nádrže*

Jiné využití stávající nádrže s sebou přináší nové požadavky na technické a prostorové parametry malé vodní nádrže. Cílem rekonstrukce může být vytvoření nádrže s retenčním, krajinoformujícím či ekologickým účinkem. S tím souvisí změny základních parametrů, jako výška hráze, výška hladin a tvar zátopy. [10]

## **2.7.2. Podklady pro rekonstrukci MVN**

Potřebnými podklady pro návrh rekonstrukce jsou geodetické podklady, hydrologické a klimatické údaje, inženýrskogeologický, hydrogeologický a pedologický průzkum, průzkum jakosti vody a splaveninového režimu, fytoecologický, zoocenologický a hydrobiologický průzkum, hospodářský a sociální průzkum, průzkum vlastnických poměrů, cizích zájmů, úložných zařízení a další možné průzkumy vždy v závislosti na stupni zpracovávané dokumentace, požadavcích na nádrž a místních podmínkách. [1]

### **2.7.3. Obecné zásady rekonstrukce MVN**

Rekonstrukční práce, při nichž dochází k zásahu do tělesa hráze, jsou vždy náročné a vyžadují zvýšenou pozornost. Patří mezi ně výměna výpustného zařízení, dodatečné zvyšování hráze, přestavba bezpečnostního přelivu, obnova nádrže po protržení hráze nebo dlouhé době mimo provoz. [1], [6]

#### *2.7.3.1 Rekonstrukce výpustného zařízení*

Při výměně výpustného zařízení může být předmětem rekonstrukce vlastní těleso výpusti, odpadní potrubí, nebo obě části. Jestliže je předmětem rekonstrukce pouze těleso výpusti, posuzuje se stav výpustného potrubí. Větší průřezná potrubí jsou zkoumána vizuálně, pro menší profily lze využít průmyslovou kameru. Je-li stav potrubí dobrý, může být ponecháno, ale musí se zajistit napojení na stávající potrubí proti průsaku. Pokud je stav potrubí nevyhovující, je nutný zásah do tělesa hráze. V tělese hráze se odtěží rýha až do úrovně základové spáry, boky rýhy mají sklon pro následné spojení dosypané zeminy s původním tělesem hráze. Po vybetonování základové desky se položí odpadní potrubí, obetonuje se, poté se vybuduje nové výpustné zařízení, nakonec se rýha zasype těsnícím materiálem a zhutní na mocnost nepřesahující 0,2 m. Protlačování potrubí tělesem hráze je výjimečně přípustné za předpokladu zabezpečení dokonalé těsnosti mezi potrubím a tělesem hráze, zejména v těsnící a návodní části hráze. Při protlačování se nesmí použít technologie rozplavování zeminy na protlačované špici potrubí. [1], [6]

#### *2.7.3.2 Rekonstrukce bezpečnostního přelivu*

Postup při rekonstrukci bezpečnostního přelivu je obdobný jako u výpustného zařízení. Problémem může být založení objektu a těsnění svislých stěn. Rizikem je i místo průchodu odpadu od bezpečnostního přelivu skrz těleso hráze, kde může bez vhodného těsnění docházet k průsakům. [1], [6]

#### *2.7.3.3 Rekonstrukce hráze*

Při rekonstrukci tělesa hráze se provádí inženýrskogeologický průzkum pro určení současného stavu hráze. Průzkum se provádí prostřednictvím sond, získají se jím informace o konsolidaci hráze, použitých materiálech, existujících trhlinách, kavernách, norách či kořenech stromů. Likvidace sond se poté provádí dle technologického předpisu a s dozorem zástupce objednatele. U kopaných sond se použije zához vhodným materiálem. Pokud má být použit materiál vykopaný ze sondy, musí být po dobu uložení na skládce chráněn před zvlhčením. Zásyp se poté zhutní stejným způsobem jako zbytek hráze. [1], [6]

Pokud je předmětem rekonstrukce zaniklá nádrž, která byla dlouhou dobu mimo provoz, je vhodné zjistit důvody jejího zániku, příčiny porušení hráze, její současný stav i stav nánosů v nádrži. Pokud se při rekonstrukci nemění kóty hladiny, základní parametry hráze a nádrže a je prokázána funkčnost nádrže před rekonstrukcí, nemusí se provádět inženýrskogeologický průzkum ani vodohospodářské řešení nádrže. [1], [6]

Dle ČSN 75 2410 musí být při rekonstrukci tělesa hráze, kdy je těleso staré hráze součástí hráze nové, dodrženy zásady o těsnění, odvodnění a statické, deformační i filtrační stabilitě, které jsou platné pro nově budované hráze. Musí být zabezpečeno navázání nové dosypané zeminy na hráz původní. V návrhu rekonstrukce se musí uvažovat s deformacemi původní hráze i objektů od přitížení novým zemním tělesem. Postup sypání a zhutňování se řídí zásadami o navázání tělesa hráze na objekty a o přisypávání k hotové části zemního tělesa dle ČSN 75 2410. Pokud se ve staré hrázi objevují trhliny, odstraní se kolem trhliny zemina do hloubky 0,3 až 0,5 od nejhlubšího místa trhliny. Vzniklý otvor se následně zasype zeminou obdobnou materiálu hráze. Sypání se provádí po vrstvách maximální mocnosti 0,15 m a hutní se ručními pěchy. Pro opravu protržené hráze se očistí základová spára v místě protržení, odstraní se rozbahnělá zemina a vytvoří se stupňovité zazubení původní hráze pro lepší propojení původního a nového materiálu. [6]

### 3. Základní údaje o zájmovém území

Zaniklá vodní nádrž se nachází v západní části České republiky v Karlovarském kraji, okrese Karlovy Vary v katastrálním území Žďár u Hradiště (990388). Území se nachází ve východní části Doupovských hor, protéká jím Žďárský potok a v současné době je součástí Vojenského újezdu Hradiště. Umístění povodí Žďárského potoka v rámci České republiky je patrné z obrázku 1.



Obrázek 1 - Umístění zájmového území v rámci České republiky (zdroje: ČÚZK, DIBAVOD), [11], [12]

Doupovské hory jsou unikátní lokalitou nejen v rámci České republiky, ale i celé střední Evropy. Příčinou je geologická a geomorfologická stavba, specifické podnebí, ovlivnění srážkovým stínem Krušných hor, ale i antropogenní zásahy v průběhu historie. Díky zřízení vojenského újezdu a využíváním zdejší krajiny pro vojenské účely byly Doupovské hory v druhé polovině minulého století ušetřeny intenzifikace zemědělství, odvodňování krajiny, rozorávání mezí i masivního používání chemických hnojiv. [13]

Bývalá vodní nádrž se nachází v krajině s výjimečným přírodním bohatstvím a velkou biodiverzitou, zahrnující mnoho chráněných druhů rostlin i živočichů. Území, které je mimo jiné součástí soustavy Natura 2000, je pod správou Vojenských lesů a statků ČR, s. p. Vojenské lesy a statky se snaží ve všech svých spravovaných územích zvyšovat biodiverzitu a optimalizovat vodní

režim krajiny budováním malých vodních nádrží, tůní, rybníčků a studánek, například pomocí investičního programu Živá voda VLS. [4]

### **3.1. Geomorfologické poměry**

Povodí Žďárského potoka lze dle geomorfologického členění zařadit do Hercynského systému, subsystému Hercynské pohoří, provincie Česká vysočina, Krušnohorské subprovincie, Podkrušnohorské oblasti, a celku Doupovské hory. Území se rozkládá na rozmezí podcelků Jehličenská hornatina a Rohozecká vrchovina. Nejbližší okolí obnovované vodní plochy spadá do oblasti Jehličenské hornatiny. Dále leží na rozmezí geomorfologických okrsků Martinovská a Vojkovická hornatina. [13]

Současný reliéf Doupovských hor byl utvořen působením několika geomorfologických procesů, zejména vulkanickou činností. Kromě sopečných erupcí byla zdejší krajina utvářena také depozicí bahnotoků, kolapsy svahů a erozí uloženin. V místech, kde k erozi nedošlo, byly zachovány plošiny se značnými mocnostmi zvětralin. [14]

### **3.2. Morfologické poměry**

Povodí Žďárského potoka má přirozenou hranici tvořenou na severu nejvyšším bodem Martinské hornatiny-vrchem Lesná (811,7 m. n. m.), na západě Kozlovským kopcem (699 m. n. m.), který je součástí Vojkovické hornatiny. Hranice pokračuje od Kozlovského kopce jihozápadním směrem, vede po rozvodnici mezi povodím Žďárského potoka a toku Liboc až do nejnižšího místa povodí. Od vrchu Lesná směrem na jihovýchod tvoří hranici povodí hřbety Litoltového kopce a Kloboukového vrchu. Od Kloboukového vrchu hranice směřuje jižně do údolí Žďárského potoka k zaniklé obci Žebletín - do nejnižšího místa povodí s nadmořskou výškou asi 414 m. n. m. Žďárský potok se poté před Obrovicemi vlévá do Liboce. Severně od bývalého Žďáru je patrný Malešský kopec o nadmořské výšce 588 m. n. m. Svahy mají při východním okraji povodí převážně jihozápadní expozici, v západní části spíše východní expozici, na severu převažuje jižní expozice svahů a u jižní hranice mezi povodím Žďárského potoka a Liboce má terén spíše rovinný charakter. Nejvyšší sklony se vyskytují na vrchu Lesná. V jižní části povodí jsou mírné sklony svažující se do nivy Žďárského potoka, která tvoří osu povodí vedoucí od severovýchodního okraje povodí k jihozápadnímu (viz výkresová příloha A.2 - Základní mapa 1:25 000) [11]

### 3.3. Geologické a půdní poměry

Doupovské hory byly v minulosti aktivním vulkánem a jsou jediným stratovulkánem na území České republiky. Stratovulkán vznikl na tektonické linii v centru Doupovských hor v oblasti, kde později existovala obec Doupov. [15] V centru Doupovských hor je kotlinovitá kaldera, která je v současnosti otevřená na východní straně údolím potoka Liboce. [16]

Zájmové území je součástí geologické jednotky Český masív. V okolí Žďárského potoka se vyskytují kvartérní nivní sedimenty, smíšené sedimenty a kamenité až hlinito-kamenité sedimenty, terciární tefrit, alkalický bazalt, analcimit, foidit a pyroklastické napadávky doupovského centra. [17] Doupovské hory náleží do pedoregionu eutrofních kambizemí na neovulkanitech s dominantními kambizeměmi eubazickými a rankerovými. Převážná většina Doupovských hor má půdní pokryv tvořený mladými a málo zvětralými kambizeměmi s diagnostickým kambickým horizontem Bv. [14]

Půdní pokryv povodí Žďárského potoka je převážně tvořen eutrofní kambizemí. Niva toku je tvořena glejovými půdami, zejména gjeji fluvickými. V blízkosti Žďárského potoka se vyskytují kambizemě oglejené eutrofní. V severozápadní části povodí jsou menší oblasti kambizemě rankerové eutrofní. V údolnicích jižní poloviny povodí se vyskytují úzké pásy oglejené kambizemě. V nejnižší položené části povodí se v nivách Žďárského potoka i Liboce objevují glejové fluvizemě. [18]

### 3.4. Klimatické poměry

Klima Doupovských hor je ovlivněno srážkovým stínem Krušných hor. Centrální a západní část Doupovských hor je výrazně vlhčí a studenější než část východní, kde jsou naopak vyšší hodnoty slunečního svitu a minimální vrstvy sněhové pokrývky. Mikroklima je dáno nadmořskou výškou a orientací svahů. [14]

Do povodí Žďárského potoka zasahují tři klimatické oblasti-mírně teplá oblast MT4 ve východní části, mírně teplá oblast MT3 v centrální části a chladná, nejvlhčí a nejchladnější oblast CH7 v západní části povodí [19] Průměrná roční teplota odpovídá nadmořské výšce a pohybuje se v rozmezí 5 - 8 °C. Průměrný roční úhrn srážek dosahuje nejvyšších hodnot na západě Doupovských hor a v nejnvýše položených oblastech (nad 750 mm ročně) [16]. Východ Doupovských hor je naopak nejsušší s průměrným ročním úhrnem srážek pod 500 mm. [14] Bývalá vodní nádrž se nachází v mírně teplé oblasti MT3 s průměrnou roční teplotou 6,5 - 7 °C. [14] Průměrný roční úhrn srážek je dle hydrologických dat poskytnutých ČHMÚ 700 mm.

### 3.5. Hydrologické a hydrogeologické poměry

Žďárský potok má celkovou délku 5,4 km, plocha povodí činí 13,4 km<sup>2</sup>, patří do povodí Liboce, Ohře a Labe. Číslo hydrologického pořadí povodí je 1-13-03-002, jedná se o tok IV. řádu. [12] Potok je pod správou Ministerstva obrany ČR. [20]

Potok pramení 0,7 km jižně od vrchu Lesná v nadmořské výšce asi 658 m. n. m. a teče převážně jihovýchodním směrem. Protéká lesy a přírodními pastvinami, místy zvanými Malá pila, Vosí mlýn, které je předmětem této práce, poté místem, kde stával Hamerský mlýn, a o pár set metrů dále protéká bývalým Žďárem. Potok pokračuje východním směrem k zaniklé obci Žebletín. Asi 0,7 km jihozápadně od Obrovic se vlévá do Liboce jako jeho levostranný přítok v nadmořské výšce 414 m. n. m. [11]

Žďárský potok má několik menších bezejmenných přítoků. Díky způsobu využití zdejší krajiny pro vojenské účely ve druhé polovině minulého století byly zdejší toky ušetřeny napřimování i opevňování, proto mají potoky přirozeně meandrující trasy s mělkými koryty rozlévajících se do niv. [14]

V povodí potoka se nachází několik vodních nádrží, největší z nich je Žďárský rybník jižně od bývalého Žďáru, poté dvě menší nádrže na území zaniklé obce, malá nádrž u Hamerského mlýna a dvě malé vodní plochy u místa zvaného Studánka (viz výkresová příloha A.1 - Vodohospodářská mapa 1:50 000).

Zájmové území je součástí hydrogeologického rajonu 6120 - Krystalinikum v mezipovodí Ohře po Kadaň [21]. V okolí Žďáru se vyskytují neovulkanity, proto se zde uplatňuje nejvíce puklinová propustnost. Podzemní vody pocházejí ze srážkových vod. Podzemní voda se pohybuje puklinami zvětralé zóny směrem k drenážní bázi, kde se dostává na povrch formou pramenných vývěrů či odtéká do povrchových toků. Hladina podzemní vody je nejčastěji volná. Dlouhodobý specifický odtok z území nabývá v Doupovských horách hodnot 2 až 3 l·s<sup>-1</sup>·km<sup>-2</sup>. Hodnoty koeficientu průtočnosti T se v neovulkanických horninách pohybují v řádech 10<sup>-5</sup> až 10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>·s<sup>-1</sup>. [16], [22]

Hydrologická data získaná pro návrh obnovy bývalé vodní nádrže od ČHMÚ jsou uvedena v tabulkách 2 a 3, a to pro povodí Žďárského potoka vztažené k profilu v bývalém Žďáru s plochou povodí 5,88 km<sup>2</sup>:

Tabulka 2 - Hodnoty M-denních průtoků vypracované pro období 1931-1980 (IV. třída)

M-denní průtoky													
M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q <sub>md</sub> [l·s <sup>-1</sup> ]	95,2	67,2	52,4	42,5	35,1	29,2	24,2	19,8	15,8	12,1	8,1	3,8	1,2



Tabulka 3 - Hodnoty N-letých průtoků vypracované pro období 1931-1980 (IV. třída)

N-leté průtoky							
N	1	2	5	10	20	50	100
$Q_n$ [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	2,1	3,1	5,2	7,0	9,0	12,1	14,7

Průměrný dlouhodobý roční průtok  $Q_a$  byl stanoven pro stejné období na  $41,2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### 3.6. Vojenský újezd Hradiště

Vojenský újezd Hradiště je největší výcvikový prostor v České republice, který slouží pro Armádu ČR i vojáky ze zahraničí, dále pro Policii ČR a Integrovaný Záchranný Systém. S rozlohou přes 33 tisíc hektarů je i jedním s nejmohutnějších vojenských výcvikových prostorů ve střední Evropě. Součástí výcvikového prostoru jsou cvičiště řízení kolových i pásových bojových vozidel, střelnice a další výcviková zařízení. [23]

V roce 2011 Ministerstvo obrany ČR v rámci plánu optimalizace vojenských újezdů navrhlo mimo jiné i zmenšení Vojenského újezdu Hradiště o 15 %. Vláda v roce 2012 schválila vyčlenění sídelních útvarů a zpřístupněných oblastí o celkové rozloze  $74,4 \text{ km}^2$  (tedy 22,4 % rozlohy). Dne 1.1.2016 se na základě zákona č.15/2015 Sb. vyčlenily zbývající osídlené obce. Centrální část Doupovských hor je nadále ve správě Újezdního úřadu Hradiště sídlícího v Karlových Varech. [24] Vstup do vojenského újezdu je bez povolení zakázán. [25] Lesní půda vojenského újezdu o celkové rozloze přes 15,5 hektarů je ve správě divize Vojenských lesů a statků ČR, s. p., se sídlem v Karlových Varech. [26] V blízkosti bývalé vodní nádrže se nachází největší součinnostní střelnice v České republice Žďár. [14]

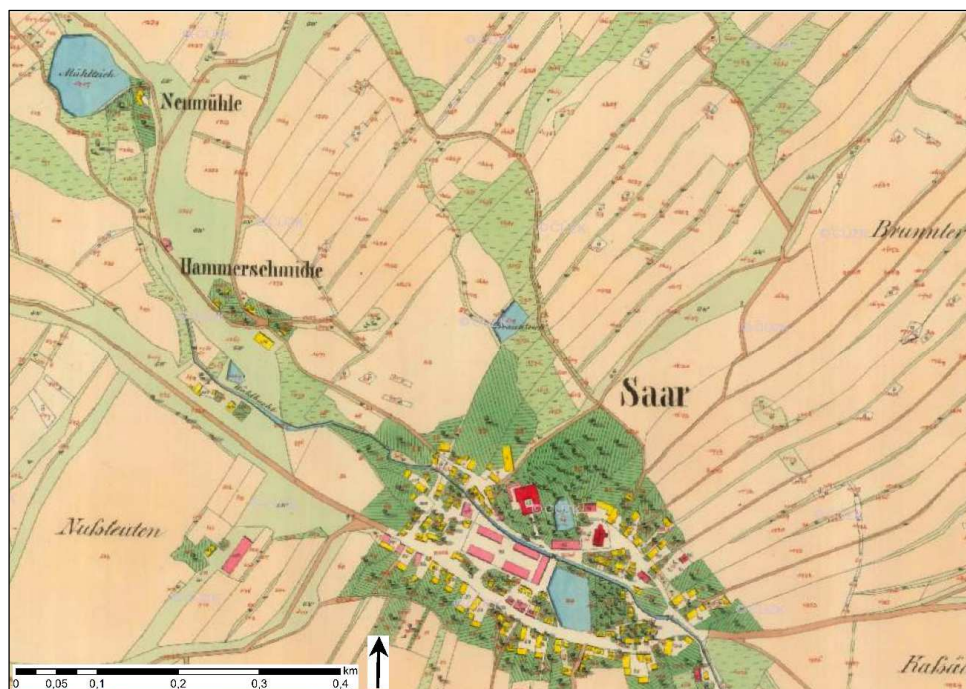
### 3.7. Sídla

V zájmové oblasti se nenachází žádné obydlené sídlo. Důvodem je historický sled událostí, jenž je společný všem pohraničním oblastem České republiky. Krajina Doupovských hor je oproti nim navíc unikátní svou izolovaností od padesátých let minulého století do současnosti pro účely vojenských cvičení. Od změny hranic vojenského újezdu v roce 2016 je počet obyvatel celého vojenského prostoru nulový. [24]

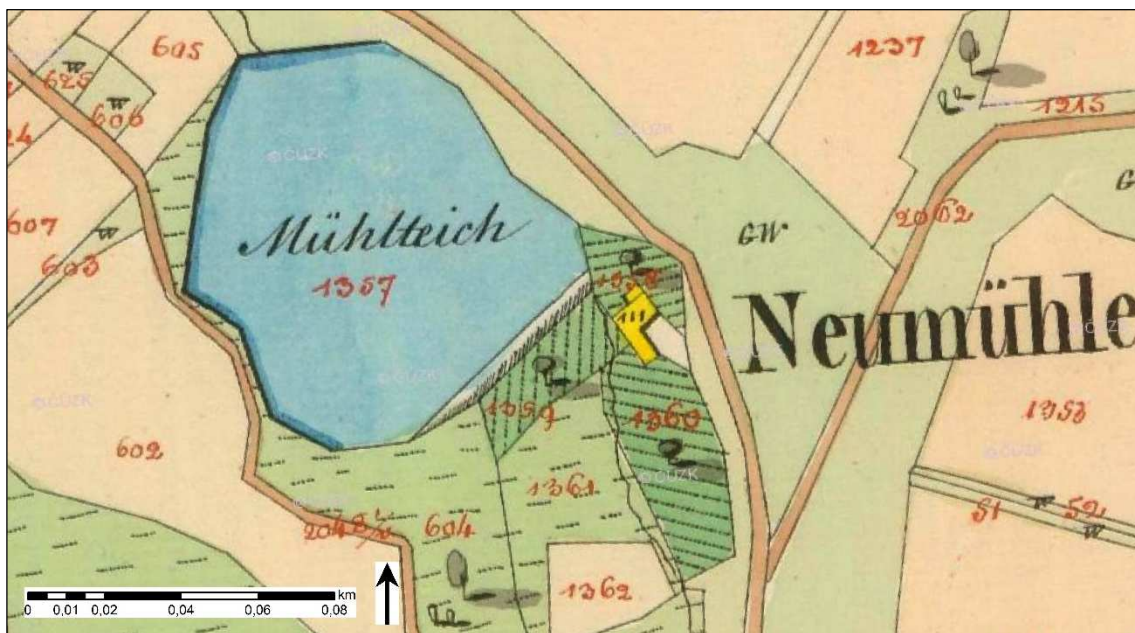
Nejbližším sídlem, vzdáleným asi 2,8 km od bývalého Žďáru, je osada Obrovce se třemi domy a devíti obyvateli k roku 2011. V současné době jsou Obrovce a okolní menší vesnice jako Kadaňský Rohozec, Kojetín či Ždov pod správou obce Radonice. [27]

Zdejší krajina byla prokazatelně osídlena již ve 13. století. Nejvýznamnějším sídlem v blízkosti zájmové lokality byl Žďár. Poblíž se nacházelo mnoho vesnic, například Žebetín, Maleš či

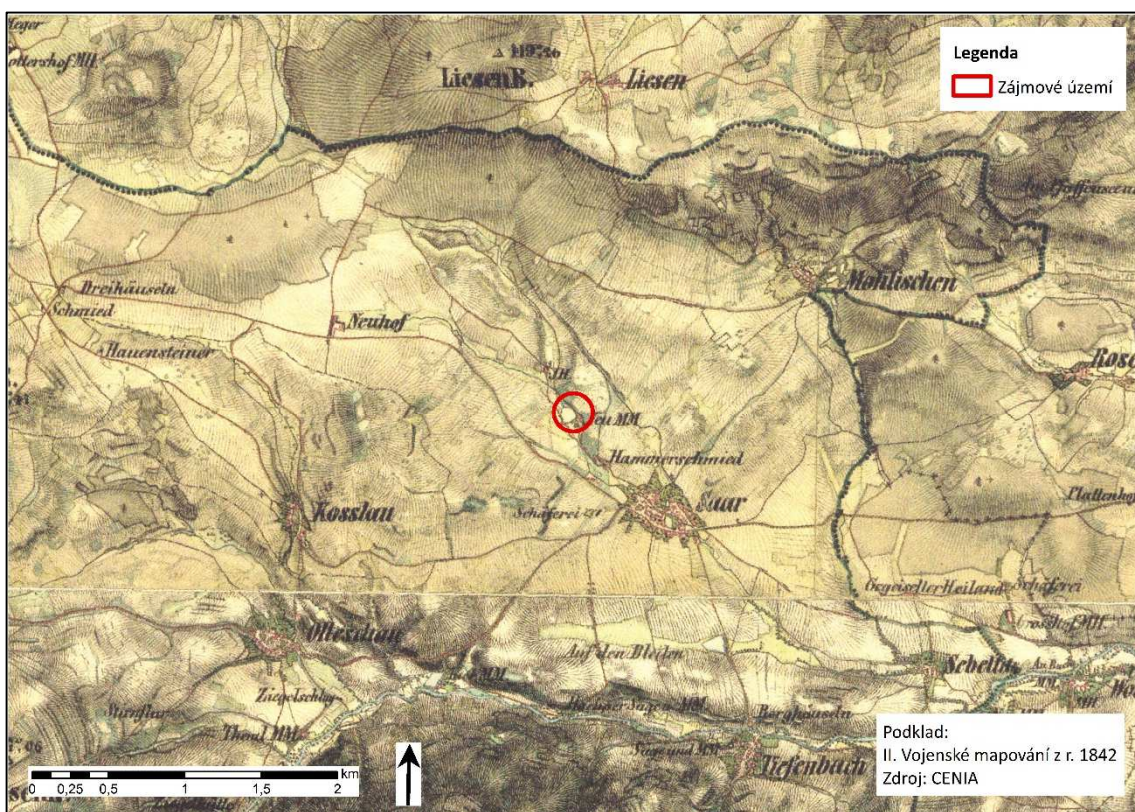
Oleška. [28] Žďár byl založen nejspíše ve druhé polovině 13. století, první písemná zmínka, dokládající existenci obce, je z roku 1295. Obec s tvrzí a později s renesančním zámekem byla ve vlastnictví rodu Žďárských ze Žďáru až do roku 1636, kdy jim byl majetek zkonfiskován. V roce 1785 měl Žďár zámek a přilehlou ves s 82 domy. V roce 1847 bylo v obci již 100 domů, které obývalo přes 600 obyvatel, dále k obci náležel kostel s farou, škola, pivovar, palírna kořalky, 2 hospody, ovčín, myslivna a Vosí mlýn. Vosí mlýn byl vzdálený necelý kilometr severozápadně od Žďáru a byl poháněn náhonem ze zaniklého rybníka, který je předmětem této studie. Ke Žďáru patřil také Hamerský mlýn, ležící níže po toku asi 600 metrů severozápadně od obce. Po velké řadě majitelů měl Žďár na konci 19. století poštu, velkou školu, tři mlýny, pilu a železniční stanici Hluboká – Žďár. V roce 1924 měl Žďár 578 obyvatel - 5 Čechů, 9 Židů, zbylá většina byla německé národnosti. Po druhé světové válce v roce 1945 bylo odsunuto německé obyvatelstvo. Pustá vesnice pak byla dosídlena asi stovkou obyvatel z jiných částí Čech. [28] Po rozhodnutí předsednictva vlády ČSR ze dne 4.3. 1953 vznikl Vojenský újezd Hradiště, což vedlo v roce 1954 k dalšímu vysídlení obcí Doupovských hor a jejich zaniknutí. [24] Žďár byl jednou z těchto zaniklých obcí. V současné době se zde nachází pouze pozůstatky bývalých staveb. Obrázek 2 ukazuje na výřezu z map Stabilního katastru, jak vypadal Žďár a jeho přilehlé okolí v roce 1842. V levém horním okraji je původní rybník u Vosího mlýna, jeho detail je poté na obrázku 3. Obrázek 4 zobrazuje širší okolí zájmové lokality na mapě II. vojenského mapování z roku 1842 a obrázek 5 ukazuje tutéž krajinu v roce 1878 na mapě III. vojenského mapování.



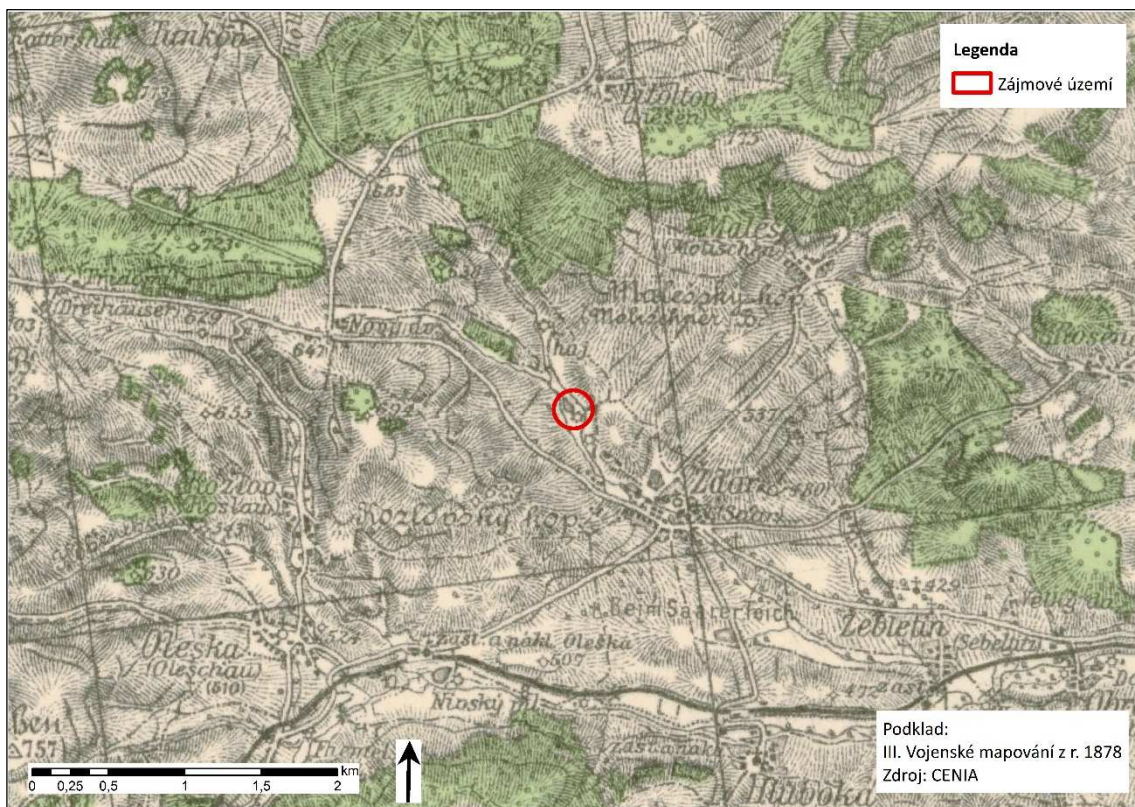
Obrázek 2 – Žďár (Saar), Stabilní katastr z roku 1842 (zdroj: ČÚZK) [29]



Obrázek 3 – Detail bývalé vodní nádrže, Stábilní katastr z roku 1842 (zdroj: ČÚZK) [29]



Obrázek 4 – Žďár (Saar), II. vojenské mapování z r. 1842 [30]



Obrázek 5 – Žďár (Saar) – III. vojenské mapování z r. 1878 [31]

### 3.8. Vegetace

Příroda Doupovských hor je naprosto unikátní, vyskytují se zde rostliny, které z okolní krajiny dávno vymizely kvůli intenzivnímu zemědělství. Zdejší krajina má obrovskou schopnost sukcese. Během několika desítek let se proměnila z obdělávané kulturní krajiny v divočinu s obrovskou biodiverzitou a mnoha vzácnými druhy živočichů a rostlin. [13]

Území spadá do Doupovského bioregionu, fytogeografické oblasti mezofytikum, fytogeografického obvodu Českomoravské mezofytikum a fytogeografického okresu 29. Doupovské vrchy. Dle geobotanické mapy se v okolí bývalé vodní nádrže vyskytují květnaté bučiny, dubohabrové háje a luhy a olšiny. Dle mapy potenciální přirozené vegetace tvoří severní část zájmového území violkové bučiny, převážnou část zaujímá černýšová dubohabřina. Oblast je součástí přírodní lesní oblasti Doupovské hory. [32]

Doupovský bioregion má celkovou plochu 647 km<sup>2</sup>. Způsoby využití krajiny bioregionu jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 4 – Zastoupení způsobů využití v Doupovském bioregionu [32]

	Lesy		travní porosty	zemědělská krajina		speciální kultury	vodní plochy	sídla	doly a skládky
	listnaté	jehličnaté		pestrá	polní				
km <sup>2</sup>	159,6	138,6	174,6	76,3	78,6	3,0	6,6	8,7	1,0
%	24,6	21,4	27,0	11,7	12,2	0,5	1	1,3	0,2

V oblasti současné součinnostní střelnice Žďár se nacházejí krátery po střelách a ohořelé stráně se zbytky šípků a hlohu. Přestože do oblasti pronikají i ruderální a expanzivní druhy, např. pcháč oset (*Cirsium arvense*) či třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), je složení porostů stále pestré. Okolí je tvořeno ovsíkovými lukami, bezkolencovými lukami a širokolistými trávničky. Příkladem zdejších rostlin mohou být například hrachor trávolistý (*Lathyrus nissolia*), dobromysl obecný (*Origanum vulgare*), pcháč bělohavý (*Cirsium eriophorum*) a jetel alpinský (*Trifolium alpestre*). [33]

### 3.9. Chráněná území

Území Doupovských hor je jednou z evropsky významných lokalit soustavy Natura 2000. Evropsky významná lokalita Hradiště, ve které se nachází zájmové území, má rozlohu přes 33 tisíc ha. Předmětem ochrany jsou cenná přírodní stanoviště a zvláště chráněné a ohrožené druhy, například extensivní sečené louky nížin až podhůří, polopřirozené suché trávničky a facie křovin na vápnatých podložích, eurosibiřské stepní doubravy, z rostlin a živočichů jsou to koniklec otevřený (*Pulsatilla patens*), čolek velký (*Triturus cristatus*), kuňka ohnivá (*Bombina bombina*), losos atlantský (*Salmo salar*) či modrásek bahenní (*Maculinea nausithous*). [14]

Na území Doupovských hor byla též nařízením vlády v roce 2004 vyhlášena ptačí oblast Doupovské hory, do níž patří i řešené území. Předmětem ochrany jsou druhy ptáků: čáp černý (*Ciconia nigra*), chřástal polní (*Crex crex*), datel černý (*Dryocopus martius*), lejsek malý (*Ficedula parva*), lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), moták pochop (*Circus aeruginosus*), pěnice vlašská (*Sylvia nisoria*), ťuhýk obecný (*Lanius collurio*) včelojed lesní (*Pernis apivorus*), výr velký (*Bubo bubo*) a žluna šedá (*Picus canus*). [14]

Zájmová lokalita je zároveň součástí území Evropské ekologické sítě EECONET (European Ecological Network), která si klade za cíl vytvoření propojené sítě zabezpečující ochranu, obnovu a nerušený vývoj ekosystémů a krajiny nesporného evropského významu.

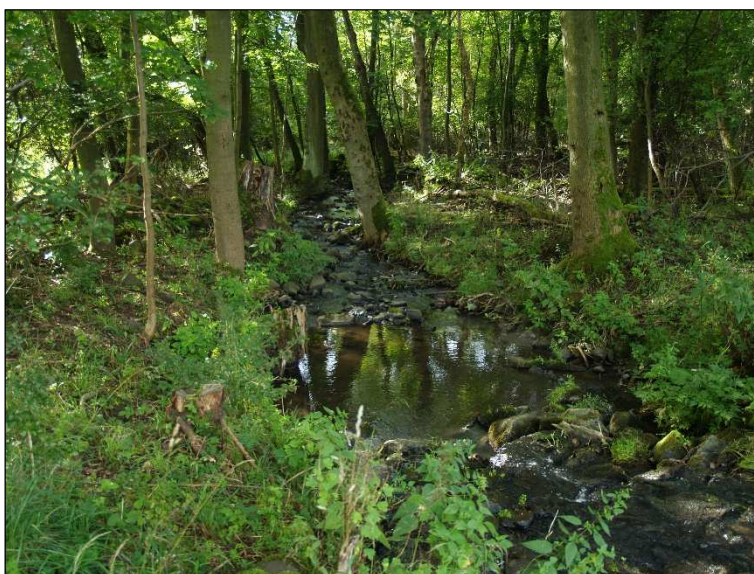
Vojenský újezd Hradiště je i smluvně chráněným územím s názvem Hradiště, kde je ochrana území zajišťována písemnou smlouvou mezi orgánem ochrany přírody (tím je Újezdní úřad Vojenského újezdu Hradiště, Karlovy Vary) a vlastníky pozemků. [34]

## 4. Popis stávajícího stavu vodní nádrže

Popis současného stavu je dále rozdělen dle jednotlivých objektů.

### 4.1.1. Plocha zátopy

Plocha navrhované nádrže je ohraničena stávajícím tělesem hráze a třemi cestami. Celá plocha zátopy je porostlá hustým, místy neprostupným porostem, tvořeným keři a vzrostlými stromy spolu s hustou vysokou travnatou vegetací. V několika místech se vyskytují mokřady, mocnost sedimentu se pohybuje zhruba v rozmezí 0,3 až 0,5 m. Koryto Žďárského potoka v ploše budoucí zátopy je na obrázku 6.



Obrázek 6 – Žďárský potok v prostoru zátopy (foto: Vodoplan, s. r. o.)

### 4.1.2. Tok

Osou budoucí zátopy protéká Žďárský potok. Přitéká pod tankovou cestou dvěma trubními betonovými propustky o průměru 800 mm a odtéká místem protržení hráze. Betonové propustky jsou umístěny vedle sebe, na vtoku i výtoku propustků jsou betonová čela tloušťky 300 mm a výšky 1,5 m. Propustky nepůsobí esteticky a jejich technický stav je rovněž nevyhovující. V celém úseku budoucí malé vodní nádrže i v úseku pod nádrží jsou velké podélné sklony toku, které se pohybují v rozmezí 3 – 5 %. Žďárský potok má v daném úseku mělké přirozené koryto bez výrazných břehů a kamenité dno. Na obrázku 7 je vtok do betonových propustků pod tankovou cestou.



Obrázek 7 – Propustek pod tankovou cestou (foto: Vodoplan, s.r.o.)

### 4.1.3. Hráz

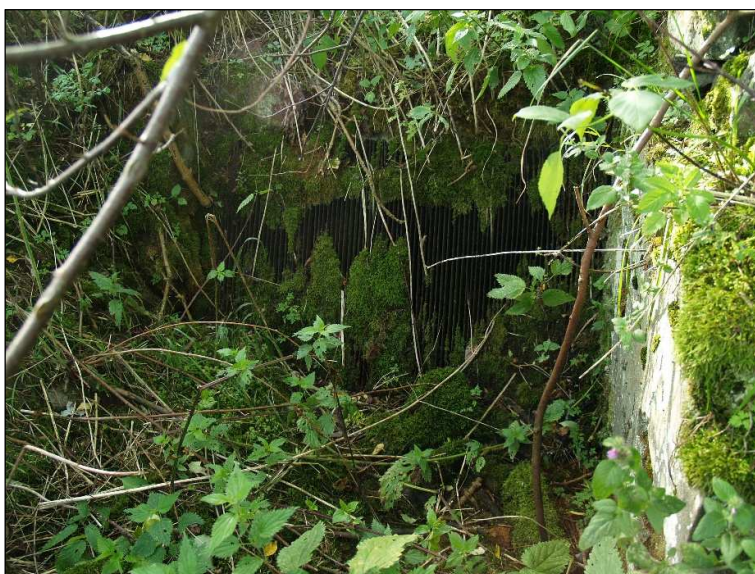
Hráz je protřena na dvou místech – v místě průchodu Žďárského potoka a v místě bývalého bočního bezpečnostního přelivu. Koruna hráze s vysokým travní porostem příležitostně slouží jako cesta. Na obou svazích hráze je velký počet vzrostlých stromů. Obrázek 8 zachycuje Žďárský potok protékající místem protřetí hráze.



Obrázek 8 – Žďárský potok v místě protřetí hráze, pohled do zátopy (foto: Vodoplan, s. r. o.)

### 4.1.4. Další objekty

V místě bývalého náhonu pro Vosí mlýn je betonový objekt s česlemi. Je ve špatném technickém stavu a zarostlý vegetací. Jeho stav je patrný z obrázku 9.



Obrázek 9 – Bývalý náhon pro Vosí mlýn (foto: Vodoplan, s. r. o)

## 5. Popis navrženého řešení

Tato kapitola obsahuje vlastní návrh řešení obnovy malé vodní nádrže. Nejprve jsou uvedeny základní údaje o navržené vodní nádrži – navržené kóty normální a maximální hladiny, úroveň kóty koruny hráze, dále zatopené plochy a objemy vody při hladině normálního nadržení i při maximální hladině. V tabulkách jsou následně uvedeny dotčené pozemky (tedy pozemky, které budou přímo zasaženy stavebními úpravami) a pozemky sousední. Poté již následuje popis jednotlivých navržených objektů – hráze, sdruženého objektu, koryta upraveného toku pod hrází a úpravy tankové cesty.

### 5.1. Základní údaje navržené MVN

Tabulka 5 – Základní údaje

kóta hladiny normálního nadržení	522,80 m. n. m.
kóta maximální hladiny	523,80 m. n. m.
kóta koruny hráze	524,40 m. n. m.
délka hráze v ose	110,70 m
zatopená plocha při $H_{nn}$	7040 m <sup>2</sup>
zatopená plocha při $H_{max}$	7630 m <sup>2</sup>
objem nádrže při $H_{nn}$	10 181 m <sup>3</sup>
objem nádrže při $H_{max}$	17 629 m <sup>3</sup>
max. výška hráze	6,00 m
max. hloubka vody v nádrži	5,70 m



Tabulka 6 – Dotčené pozemky [35]

parcela KN	druh pozemku	vlastník pozemku	příslušnost hospodařit s majetkem státu	číslo LV	výměra [m <sup>2</sup> ]	KÚ
638/1	vodní plocha	Česká Republika	Vojenské lesy a statky ČR, s.p., Pod Juliskou 1621/5, Dejvice, 160000 Praha6	4	25 273	Žďár u Hradiště
638/2	lesní pozemek	Česká Republika	Vojenské lesy a statky ČR, s.p., Pod Juliskou 1621/5, Dejvice, 160000 Praha6	4	11 669	Žďár u Hradiště
183	vodní plocha	Česká Republika	Vojenské lesy a statky ČR, s.p., Pod Juliskou 1621/5, Dejvice, 160000 Praha6	4	1219	Žďár u Hradiště

Tabulka 7 – Sousední pozemky [35]

parcela KN	druh pozemku	vlastník pozemku	příslušnost hospodařit s majetkem státu	číslo LV	výměra [m <sup>2</sup> ]	KÚ
119	ostatní plocha	Česká Republika	Ministerstvo obrany, Tychonova 221/1, Hradčany, 160000 Praha 6	3	209698	Žďár u Hradiště
637	ostatní plocha	Česká Republika	Ministerstvo obrany, Tychonova 221/1, Hradčany, 160000 Praha 6	3	3899	Žďár u Hradiště
638/3	lesní pozemek	Česká Republika	Vojenské lesy a statky ČR, s.p., Pod Juliskou 1621/5, Dejvice, 160000 Praha6	4	5068	Žďár u Hradiště

Řešený úsek toku se nachází mezi 3. a 4. říčním kilometrem. Je použito relativní staničení s počátkem v začátku úpravy toku, což odpovídá 3,6. říčnímu kilometru.

Byl proveden zrnitostní rozbor vzorků odebraných ze zátopy a stávajícího tělesa hráze. Rozbor vzorků byl proveden v laboratoři Katedry hydromeliorací a krajinného inženýrství Stavební fakulty ČVUT. Byla použita prosévací metoda a Cassagrandeho hustoměrná metoda, jimiž byly stanoveny dva druhy zemin – vzorky ze zátopy byly vyhodnoceny jako hlína, vzorky z tělesa hráze byly klasifikovány jako hlína písčité.

## 5.2. Popis jednotlivých stavebních objektů.

### 5.2.1. SO01 Hráz

Hráz bude tvořena původním tělesem hráze, které bude upraveno sejmutím prokořeněné vrstvy a dosypáním a vyrovnáním koruny hráze vhodnou zemínou na úroveň 524,40 m. n. m. Kromě místa protržení hráze bude dosypání tvořeno zejména filtračními a těsnícími vrstvami. Na tyto vrstvy je možné použít hlínu vytěženou z prostoru zátopy, která je dle ČSN 75 2410 pro tento účel vhodná. V místě budoucího sdruženého objektu a odpadu je hlína pro stabilizační část hráze nevhodná, proto bude nutné zajistit jinou vhodnou zeminu.

Původní těleso hráze je pokryto hustou vegetací a velkým počtem vzrostlých stromů. Proto bude nutné na celém povrchu stávající hráze sejmut vrstvu o mocnosti 0,5 m. Skutečnou mocnost je třeba určit geologickým průzkumem.

Hráz byla navržena zemní sypaná, nehomogenní, bez těsnícího jádra, podloží bylo uvažováno jako nepropustné. Sklony návodního i vzdušného líce byly voleny dle zemin podle ČSN 75 2410 a dle sklonů původního tělesa hráze.

Návodní líc byl navržen ve sklonu 1:2,5. Největší délka svahu návodního líce je 13,60 m s odpovídající hloubkou vody 5,4 m. Návodní líc bude opevněn pohozelem frakce 63/125 tloušťky 300 mm. Opevnění bylo navrženo od koruny hráze po patu návodního líce. Pod opevněním byla navržena filtrační vrstva frakce 16/32 tloušťky 200 mm a další filtrační vrstva frakce 4/8 tloušťky 200 mm. U paty návodního líce bude provedeno zavázání pro spojení původního tělesa hráze a dosypávané zeminy. Zavázání lichoběžníkového tvaru je navrženo s hloubkou 1,0 m, šířkou 1,1 m a sklony 1:1. Je tvořeno stejným materiálem jako opevnění návodního líce.

Vzdušný líc byl navržen se sklonem 1:2,2, bez lavice, na povrchu je navrženo ohumusování a osetí tloušťky 150 mm. Největší délka svahu vzdušného líce dosahuje 13,20 m, tomu odpovídá výška vzdušného líce 6,0 m. U paty vzdušného líce bude opět provedeno zavázání do hloubky 1,0 m, šířky 0,8 m se sklony svahů 1:1. Odvodnění tělesa hráze bude zajištěno patním drénem tvořeným drenážním potrubím PVC DN 200 s obsypem frakcí 4/8 proti porušení při ukládání potrubí. Po vrstvě obsypu následuje drenážní vrstva tvořená frakcí 63/125 a nakonec filtrační vrstva frakce 4/32. Dosypání vzdušného svahu hráze je navrženo zubovité se sklony 1:1 do dosažení úrovně sejmuté nevhodné zeminy. Dosypání bude prováděno po mocnosti 0,15 – 0,20 m s následným zhutněním.

Navržená osa hráze odpovídá tvaru hráze původní, skládá se z přímých úseků a prostých oblouků, je vodorovná, pravé i levé zavázání je navrženo na kótu 524,40 m. n. m. Koruna hráze má šířku 3,50 m a celkovou délku 110,70 m. Povrch je tvořen ohumusováním a osetím tloušťky 150 mm.

Koruna hráze slouží pro přístup ke sdruženému objektu a kontrole hráze. U levého zavázání bude koruna hráze napojena na stávající nebezpečnou cestu, tím bude umožněn jednosměrný pojezd.

## 5.2.2. SO02 Sdružený objekt

Při volbě řešení bezpečného odvedení povodňových průtoků byly posuzovány možnosti sdruženého objektu a bočního či korunového bezpečnostního přelivu. Původní vodní nádrž měla boční bezpečnostní přeliv u pravého zavázání hráze, další možností bylo i místo bývalého náhonu pro mlýn u levého zavázání hráze. Možnost bočního bezpečnostního přelivu u levého zavázání je nevhodná kvůli potřebě přístupu na korunu hráze, který je možný pouze od stávající nebezpečné cesty. Varianta s korunovým přelivem u pravého zavázání byla také méně výhodná než varianta sdruženého objektu. Z důvodu posunu osy koruny hráze a dosypání vzdušného svahu by došlo ke zmenšení prostoru původního odpadního koryta, bylo by nutné budovat opěrné zdi pro opření vzdušného svahu hráze a opevňovat dlouhé odpadní koryto až k navázání na tok. Proto byla zvolena varianta sdruženého objektu.

Sdružený objekt se skládá z výpustného zařízení, bezpečnostního přelivu a odpadních štol. Celý sdružený objekt je navržen v jednotném podélném sklonu 3 %.

### 5.2.2.1 Výpustné zařízení

Výpustné zařízení je tvořeno prefabrikovaným železobetonovým požerákem, který se skládá z betonové šachty, dlužových stěn a betonového potrubí DN 300. Koruna požeráku je uzavřena ocelovým poklopem se zámkem proti manipulaci nepovolanými osobami, vnitřek požeráku je opatřen ocelovým žebříkem. Půdorysné rozměry požeráku jsou 1400 x 1230 mm, výška ode dna 6,23 m, tloušťka stěn 200 mm. Do dlužových stěn budou zasouvány dubové dluže. Typ požeráku byl zvolen otevřený dvojitý zdvojený, který umožňuje odběr vody od hladiny i ode dna. Požerák je založen na blokovém železobetonovém základu do hloubky 1,00 m.

Přístup k požeráku zajišťuje dřevěná lávka z dubových fošen opatřená zábradlím. Lávka má šířku 1,1 m a celkovou délku 10,45 m. Lávka je podepřena ve vzdálenosti 3,75 m od koruny hráze betonovou zídou půdorysných rozměrů 1,10 x 0,30 m, výškou 1,30 m.

Zídka je založena do blokového železobetonového základu do nezámrzné hloubky 0,80 m. Lávka je dále podepřena betonovou zdí bezpečnostního přelivu šířky 2,63 m. Dřevěné zábradlí má výšku 1,10 m. Přejech mezi rybníční stokou a požerákem se uskutečňuje křídly betonových zdí tloušťky 200 mm ukončenými kamenným pasem lichoběžníkového tvaru šířky 0,50 m, hloubky založení 1,00 m a délky 5,80 m.

### 5.2.2.2 Bezpečnostní přeliv

Železobetonový bezpečnostní přeliv je navržen na převedení návrhového průtoku  $Q_{100} = 14,70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , má tvar obdélníku s rozměry 2,70 x 2,63 m a délkou přelivné hrany 5,70 m. Stěny bezpečnostního přelivu mají šířku 300 mm. Přelivná hrana má kótu 522,80 m. n. odpovídající úrovni normální hladiny a je z hydraulických důvodů zaoblená. Dno spadiště má dlážděný povrch. Celý objekt je založen na železobetonovém základu hloubky 0,50 m. Zdi přelivu jsou na stranách rovnoběžných s korunou hráze vyšší pro podepření dřevěné lávky.

### 5.2.2.3 Odpad od bezpečnostního přelivu

Odpadní štolou jsou prefabrikované železobetonové rámové propustky typu Beneš o rozměrech 1,0 x 2,0 x 1,0 m (světla výška, světla šířka, délka), stěny propustků mají tloušťku 200 mm. Celkem bude použito 23 kusů, což odpovídá délce odpadu 23 m. Pod železobetonovými propustky je vybudována deska tloušťky 300 mm pro vyrovnání nerovností a zajištění podélného sklonu 3 %. Obetonování propustků železobetonem je navrženo tak, aby byla u základu jeho tloušťka 500 mm a aby byla dodržena minimální tloušťka 300 mm. Příčný sklon obetonování tedy odpovídá sklonu 6:1. Účelem skloněného obetonování je lepší spojení zeminy a betonových propustků a ochrana před popraskání z důvodu namáhání tlakem hráze. Čelo propustku na vtoku je tvořeno betonovou zdí bezpečnostního přelivu tloušťky 300 mm a výšky ode dna 6195 mm. Na výtoku je betonové čelo tloušťky 300 mm, půdorysné šířky 4,00 m a výšky 1,30 m nad obetonováním propustku. Mezi výtokem z propustků a korytem pod hrází je opět přechod pomocí kamenného pasu a betonových zdí. Betonové zdi mají tloušťku 0,30 m. Pas je široký 0,50 m, jeho délka činí 6,35 m a je založen do hloubky 1,00 m. Dno tohoto úseku je vydlážděno. Zároveň se zde nachází vyústění patního drénu ve výšce 160 mm nade dnem.

### 5.2.3. SO03 Koryto pod hrází

Koryto pod hrází je navrženo na bezpečné odvedení povodňových průtoků, přičemž nesmí docházet ke zpětnému zaplavení hráze. Vzhledem k tomu, že jsou pod hrází velké podélné sklony, zpětné zatopení nehrozí. Koryto lichoběžníkového tvaru má šířku ve dně 0,75 m, hloubku 1,00 m, sklony břehů 1:2 a celkovou šířku 4,75 m. Podélný sklon koryta je v celém úseku 5,51 %. Jako opevnění byla navržena kamenná dlažba do cementového lože tloušťky 300 mm po celém příčném profilu.

Jelikož původní tok měl mělké koryto bez patrných břehů, potřebná hloubka koryta bude zajištěna násypem zbývajícího materiálu vytěženého ze zátopy. Dosypaná zemina bude rovnoměrně rozprostřena v údolní nivě. Dále po toku se se vyskytují pouze louky a není ohroženo žádné sídlo. Po 25 metrech bude upravené koryto plynule navázáno na původního terén a umožní se rozliv vyšších průtoků do údolní nivy.

#### **5.2.4. SO04 Úprava zátopy**

Celá plocha zátopy bude upravena do požadovaného tvaru pro dosažení dostatečné hloubky při normální hladině. V celé ploše zátopy bude sejmuta vrstva sedimentů mocnosti 0,30 – 0,50 m. Dále bude odtěžena rostlá zemina pro zajištění potřebné kapacity. Vytěžená zemina bude využita pro dosypání tělesa hráze a tankové cesty, zbylá zemina se rovnoměrně rozprostře pod hrázi pro dosažení dostatečné hloubky odpadního koryta.

Svahy zátopy jsou navrženy ve sklonu 1:3, původní prudší svahy byly ponechány. Dno zátopy je dále vyspádováno k rybniční stoce pomocí sklonů 1 %, 10 % a 20 %. Nad úrovní normální hladiny bude provedeno ohumusování a osetí břehů.

Litorální zóna je navržena od přítoku do nádrže do vzdálenosti zhruba 13 metrů od počátku zátopy. Hloubka vody se rovnoměrně zvětšuje, litorál je uvažován do maximální hloubky 0,80 m. U břehů zátopy jsou do vzdálenosti asi 50 m od konce zátopy malé hloubky, umožňující rozvoj vodních rostlin a organismů.

Rybniční stoka je vedena trasou odpovídající původnímu korytu Žďárského potoka pro minimalizaci potřeby výkopů. Trasa se skládá z přímých úseků a prostých oblouků. Stoka má lichoběžníkový tvar se šířkou ve dně 1,0 m, sklony svahů 1:2, hloubkou koryta 0,80 m a celkovou šířkou 4,20 m. Koryto je neopevněné. Podélné sklony rybniční stoky se od přítoku do nádrže postupně zmírňují z 4,8 % na 3 %. Voda přitéká rámovými propustky pod tankovou cestou, poté následuje vydlážděný úsek s podélným sklonem 25 %, který slouží jako přechod mezi propustky a rybniční stokou. Boky tohoto úseku tvoří betonová zděná křídla tloušťky 300 mm, v místě napojení svahu tankové cesty na upravený terén je kamenný pas šířky 0,50 m, délky 6,20 m, založený do hloubky 1,00 m.

### 5.2.5. SO05 Tanková cesta

Voda do vodní nádrže přitéká původním mělkým korytem, úprava začíná v místě propustků pod tankovou cestou, které budou v rámci rekonstrukce vodní nádrže vyměněny.

Původní dvě kruhové betonové trouby DN 800 budou z důvodu svého nevyhovujícího technického stavu vyměněny za betonové rámové propustky s rozměry 1,60 x 1,00 x 1,00 m. Tloušťka stěny propustku je 200 mm. Na beztlakové provedení návrhového průtoku bude použito 8 propustků s celkovou délkou 8,00 m. Rámové propustky jsou vhodné pro velké zatížení silniční i železniční dopravou za předpokladu minimálního nadnásypu tloušťky 500 mm včetně konstrukce vozovky. Konstrukce by tedy měla vyhovět i pro občasný pojezd tankových vozidel, pro ověření by byl nutný statický výpočet. Propustky jsou uloženy na železobetonové desce ve sklonu 5 % založené na základech hloubky 0,50 m. Stěny jsou obetonovány železobetonem minimální šířky 300 mm stejným způsobem, jako rámy pro provedení vody hrází. Nad vrstvou železobetonu je dále vrstva zeminy minimální mocnosti 300 mm a štěrková vrstva konstrukce vozovky tloušťky 200 mm. Propustky jsou na obou stranách ukončeny čely betonových zídek tloušťky 300 mm a výšky 500 mm.

Trasa tankové cesty se nemění, bude pouze výškově upravena niveleta pro dostatečnou vrstvu nad rámovými propustky. Šířka tankové cesty bude v úseku navýšení upravena na 4,00 m a plynule navázána na cestu původní. Celková délka úpravy je 41,79 m, z toho 35,32 m od počátku úpravy vodorovná Zbývající úsek je navázán na původní cestu, má délku 6,47 m a podélný sklon 9,27 %.

Tanková cesta bude navýšena do úrovně kóty 524,50 m. n. m. Šířka tankové cesty v koruně byla navržena na 4,00 m, cesta má příčný sklon 2 % směrem k zátopě. Sklony svahů tankové cesty jsou 1:3 na obě strany. Násyp cesty bude tvořen zeminou vytěženou ze zátopy. Konstrukcí vozovky bude vrstva zhutněné štěrkodrti tloušťky 200 mm.

## 6. Hydrotechnické výpočty

V této kapitole bakalářské práce jsou zahrnuty veškeré výpočty potřebných parametrů, popsaných v předchozí kapitole. Výpočty jsou rozděleny dle jednotlivých navrhovaných objektů, nejprve jsou uvedeny informace k použitým výpočtovým metodám, poté použité vzorce, výpočtová schémata, dosažení konkrétních hodnot a výsledky.

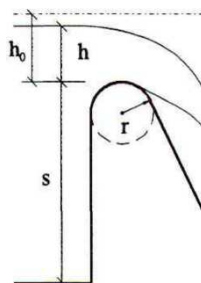
### 6.1. Bezpečnostní přeliv

Potřebná délka přelivné hrany se určí pomocí následujících rovnic, se zohledněním tvaru přelivné hrany, přepadové výšky, hloubky vody před přepadem a parametrů případných pilířů:

Rovnice 1 – Přepadová rovnice:

$$Q = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_0^{3/2} = \frac{2}{3} \cdot \mu_p \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_0^{3/2}$$

- Q návrhový průtok [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]  
m,  $\mu_p$  součinitel přepadu [-]  
 $b_0$  účinná šířka přelivu se započtením vlivu kontrakce [m]  
 $h_0$  výška přepadového paprsku [m], bez vlivu přítokové rychlosti  $\rightarrow h_0 \approx h$   
g tíhové zrychlení [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ]



Obrázek 10 – Schéma pro výpočet součinitele přepadu

Rovnice 2 – Výpočet součinitele přepadu dle Kramera

$$\mu_p = 1,02 - \frac{1,015}{\frac{h}{r} + 2,08} + \left(0,04 \cdot \left(\frac{h}{r} + 0,19\right)^2\right) \cdot \frac{r}{s}$$

- $\mu_p$  součinitel přepadu [-]  
h výška přepadového paprsku [m]  
s hloubka vody před přepadem [m]  
r poloměr přepadové hrany [m]

Rovnice 3 – Výpočet účinné šířky přelivu

$$b_0 = b' - 0,1 \sum \xi \cdot h$$

- $b_0$  účinná šířka přelivu se započtením vlivu kontrakce [m]  
 $b'$  délka přelivné hrany po odečtení šířky pilířů [m]  
 $\xi$  součinitel tvaru pilíře [-]

Tabulka 8 - Vstupní parametry výpočtu bezpečnostního přelivu

<b>Q</b>	14,70	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	návrhový průtok
<b>g</b>	9,81	[m·s <sup>-2</sup> ]	tíhové zrychlení
<b>h</b>	1,00	[m]	výška přepadového paprsku
<b>s</b>	4,73	[m]	hloubka vody před přepadem
<b>r</b>	0,15	[m]	poloměr přepadové hrany
<b>n</b>	4	[-]	počet míst kontrakcí
$\xi$	1,00	[-]	součinitel tvaru pilíře

Určení součinitele přepadu:

$$\mu_p = 1,02 - \frac{1,015}{\frac{1,00}{0,15} + 2,08} + \left(0,04 \cdot \left(\frac{1,00}{0,15} + 0,19\right)^2\right) \cdot \frac{0,15}{4,73} = \mathbf{0,96}$$

$$m = \frac{2}{3} \cdot \mu_p = \frac{2}{3} \cdot 0,96 = \mathbf{0,64}$$

Délka přelivné hrany bez vlivu kontrakcí:

$$b = \frac{14,70}{0,64 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot h^{3/2}} = 5,16 \text{ m}$$

Účinná šířka přelivu:

$$b_0 = 5,16 - 0,1 \cdot 4 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 4,76 \text{ m}$$

Navrhuji konstrukční délku přelivné hrany **5,70 m**. Pak tomu odpovídající účinná šířka přelivu dosahuje:

$$b_0 = 5,70 - 0,1 \cdot 4 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = \mathbf{5,30 \text{ m}}$$

Navržené délce přelivné hrany odpovídá průtok:

$$Q = 0,64 \cdot 5,30 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 1,00^{3/2} = \mathbf{15,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}$$

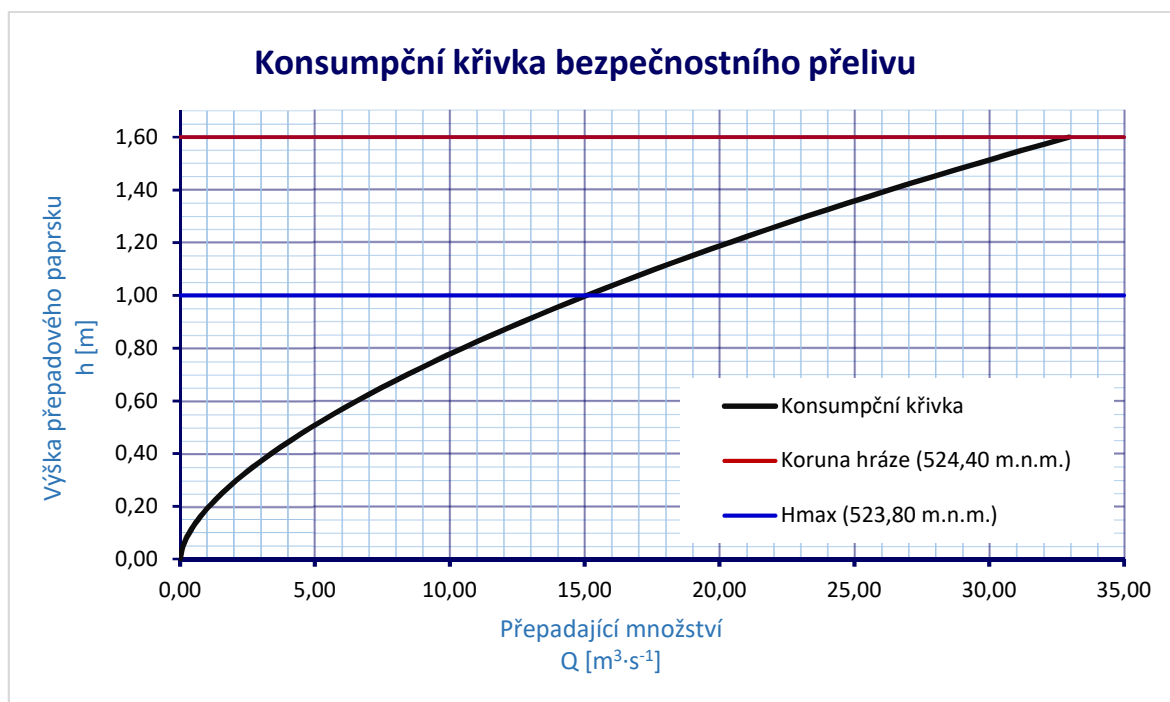
Navržená délka přelivné hrany bezpečnostního přelivu vyhovuje pro převedení návrhového průtoku  $Q_{100} = 14,70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .



Následující tabulka uvádí závislost přepadového množství na přepadové výšce, z té je poté na obrázku 11 vytvořena konsumpční křivka bezpečnostního přelivu.

Tabulka 9 – Závislost přepadového množství na přepadové výšce

délka přelivné hrany	součinitel přepadu	přepadová výška	průtok	délka přelivné hrany	součinitel přepadu	přepadová výška	průtok
$b_o$ [m]	m [-]	h [m]	$Q$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	$b_o$ [m]	m [-]	h [m]	$Q$ [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
5,70	0,35	0,00	0,00	5,36	0,62	0,85	11,57
5,68	0,40	0,05	0,11	5,34	0,63	0,90	12,70
5,66	0,43	0,10	0,34	5,32	0,64	0,95	13,87
5,64	0,46	0,15	0,67	<b>5,30</b>	<b>0,64</b>	<b>1,00</b>	<b>15,08</b>
5,62	0,48	0,20	1,08	5,28	0,65	1,05	16,34
5,60	0,50	0,25	1,56	5,26	0,66	1,10	17,63
5,58	0,52	0,30	2,10	5,24	0,66	1,15	18,97
5,56	0,53	0,35	2,71	5,22	0,67	1,20	20,35
5,54	0,54	0,40	3,38	5,20	0,68	1,25	21,77
5,52	0,56	0,45	4,10	5,18	0,68	1,30	23,24
5,50	0,57	0,50	4,87	5,16	0,69	1,35	24,75
5,48	0,57	0,55	5,69	5,14	0,70	1,40	26,30
5,46	0,58	0,60	6,56	5,12	0,70	1,45	27,90
5,44	0,59	0,65	7,47	5,10	0,71	1,50	29,54
5,42	0,60	0,70	8,43	5,08	0,72	1,55	31,23
5,40	0,61	0,75	9,43	5,06	0,73	1,60	32,96
5,38	0,61	0,80	10,48				



Obrázek 11 – Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu

## 6.2. Návrh koryta pod nádrží

### 6.2.1. Návrh tvaru koryta

Koryto pod nádrží musí být dostatečně kapacitní pro převedení návrhového průtoku  $Q_{100} = 14,70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Výpočet parametrů koryta byl proveden dle následujících vztahů:

Rovnice 4 – **Rovnice kontinuity**

$$Q = v \cdot S$$

- Q průtok profilem [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- v rychlost proudění [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- S průtočná plocha koryta [ $\text{m}^2$ ]

Rovnice 5 – **Rovnice pro výpočet hydraulického poloměru**

$$R = \frac{S}{O}$$

- R hydraulický poloměr [m]
- O omočený obvod [m]

Rovnice 6 – **Chézyho rovnice**

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

- C Chézyho rychlostní koeficient [ $\text{m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
- i sklony čáry energie [-], uvažuje se jako podélný sklon dna koryta

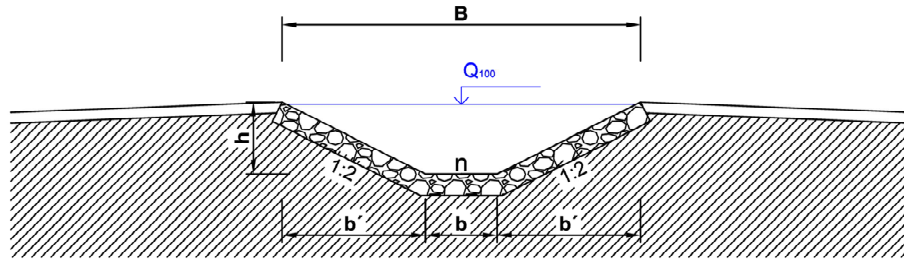
Rovnice 7 – **Vzorec pro Manningův drsnostní součinitel**

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

- n Manningův drsnostní součinitel [-]

Rovnice 8 – **Manningova rovnice**

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$



Obrázek 12 – Schéma pro výpočet tvaru koryta pod nádrží

Tabulka 10 - Vstupní parametry pro určení tvaru koryta po nádrží:

<b>Q</b>	14,70	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	návrhový průtok
<b>b</b>	0,75	[m]	šířka koryta ve dně
<b>b'</b>	2,00	[m]	vodorovná délka břehu
<b>h</b>	1,00	[m]	hloubka koryta
<b>i</b>	0,051	[-]	podélný sklon koryta
<b>n</b>	0,027	[-]	Manningův drsnostní součinitel

$$S = \frac{(b + B) \cdot h}{2} = \frac{(0,75 + 4,75) \cdot 1,00}{2} = 2,75 \text{ m}^2$$

$$O = b + 2 \cdot \sqrt{(b'^2 + h^2)} = 0,75 + 2 \cdot \sqrt{(2,00^2 + 1,00^2)} = 5,22 \text{ m}$$

$$R = \frac{2,75}{5,22} = 0,53 \text{ m}$$

$$C = \frac{1}{0,027} \cdot 0,53^{1/6} = 33,28 \text{ m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \frac{1}{0,027} \cdot 0,53^{2/3} \cdot 0,051^{1/2} = 5,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q = 5,45 \cdot 2,75 = 15,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Navržený průtočný profil kapacitně vyhovuje pro převedení návrhového průtoku.

### 6.2.2. Posouzení stability koryta metodou nevymlácích rychlostí

Při posouzení stability koryta metodou nevymlácích rychlostí je předmětem posouzení rychlost proudění korytem při návrhovém průtoku. Tato hodnota se porovnává s tabulkovou hodnotou nevymlácí rychlosti. Hodnota nevymlácí rychlosti závisí na druhu opevnění koryta a hloubce vody při průchodu návrhového průtoku. Na opevnění koryta je navržena kamenná dlažba do cementové malty tl. 300 mm.

Tabulka 11 – Parametry pro posouzení stability koryta

<b>v</b>	5,45	[m·s <sup>-1</sup> ]	rychlost proudění v korytě
<b>v<sub>v</sub></b>	6,00 [36]	[m·s <sup>-1</sup> ]	nevymílací rychlost

$$6,00 > 5,45 \rightarrow v_v > v \rightarrow \text{koryto je stabilní}$$

Navržený tvar a opevnění koryta vyhovuje na stabilitu.

### 6.3. Návrh rámových propustků

Navrženy byly dva rámové propustky (Benešovy rámy), a to pod tankovou cestou na přítoku do MVN a jako odpad od sdruženého objektu. Pro výpočet byly použity rovnice 4 - 8 z kapitoly 6.2.1. Výsledné konsumpční křivky obou navržených propustků jsou na obrázcích 13 a 14.

#### 6.3.1. Návrh odpadu od sdruženého objektu

Tabulka 12 – Vstupní parametry pro návrh odpadu od sdruženého objektu

<b>h</b>	1,00	[m]	světlá výška Benešova rámu
<b>b</b>	2,00	[m]	světlá šířka Benešova rámu
<b>n</b>	0,011	[-]	Manningův drsnostní součinitel
<b>i</b>	0,030	[-]	podélný sklon dna propustku
<b>Q<sub>100</sub></b>	14,70	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	návrhový průtok

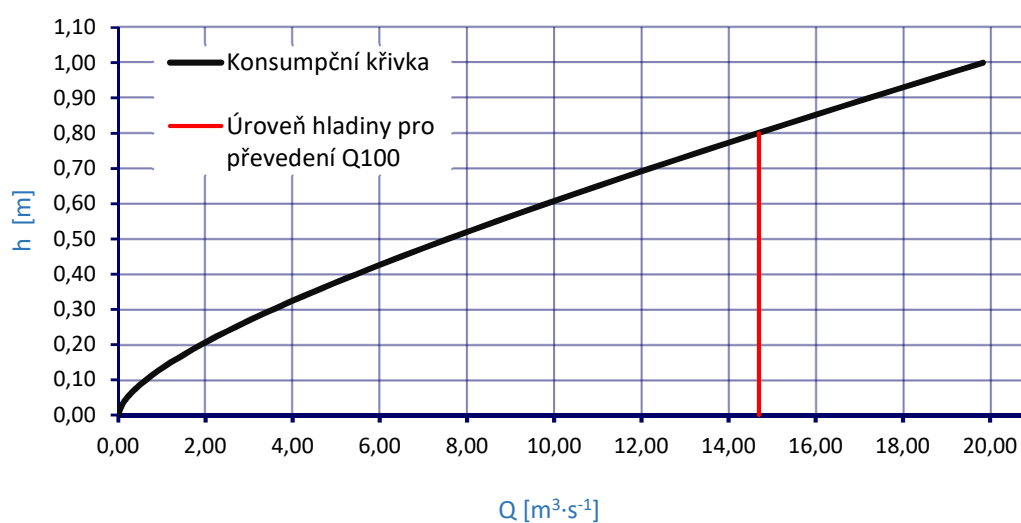
Tabulka 13 – Posouzení odpadu od sdruženého objektu

pořadí	úroveň hladiny	plocha	omocněný obvod	hydraulický poloměr	rychlost proudění	návrhový průtok
<b>i</b>	<b>h</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>R</b>	<b>v</b>	<b>Q</b>
[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m·s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
0	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
1	0,05	0,10	2,10	0,05	2,07	0,21
2	0,10	0,20	2,20	0,09	3,18	0,64
3	0,15	0,30	2,30	0,13	4,05	1,21
4	0,20	0,40	2,40	0,17	4,77	1,91
5	0,25	0,50	2,50	0,20	5,39	2,69
6	0,30	0,60	2,60	0,23	5,92	3,55
7	0,35	0,70	2,70	0,26	6,40	4,48
8	0,40	0,80	2,80	0,29	6,83	5,46
9	0,45	0,90	2,90	0,31	7,22	6,50
10	0,50	1,00	3,00	0,33	7,57	7,57
11	0,55	1,10	3,10	0,35	7,89	8,68
12	0,60	1,20	3,20	0,38	8,19	9,83
13	0,65	1,30	3,30	0,39	8,46	11,00
14	0,70	1,40	3,40	0,41	8,71	12,20
15	0,75	1,50	3,50	0,43	8,95	13,43

Pokračování tabulky 15 - **Posouzení odpadu od sdruženého objektu**

pořadí	úroveň hladiny	plocha	omočený obvod	hydraulický poloměr	rychlost proudění	návrhový průtok
<b>i</b>	<b>h</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>R</b>	<b>v</b>	<b>Q</b>
[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m·s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
16	0,80	1,60	3,60	0,44	9,17	14,67
17	0,85	1,70	3,70	0,46	9,38	15,94
18	0,90	1,80	3,80	0,47	9,57	17,22
19	0,95	1,90	3,90	0,49	9,75	18,52
20	1,00	2,00	4,00	0,50	9,92	19,84

### Konsumpční křivka odpadu od sdruženého objektu



Obrázek 13 – Konsumpční křivka odpadu od sdruženého objektu

### 6.3.2. Návrh rámového propustku pod tankovou cestou

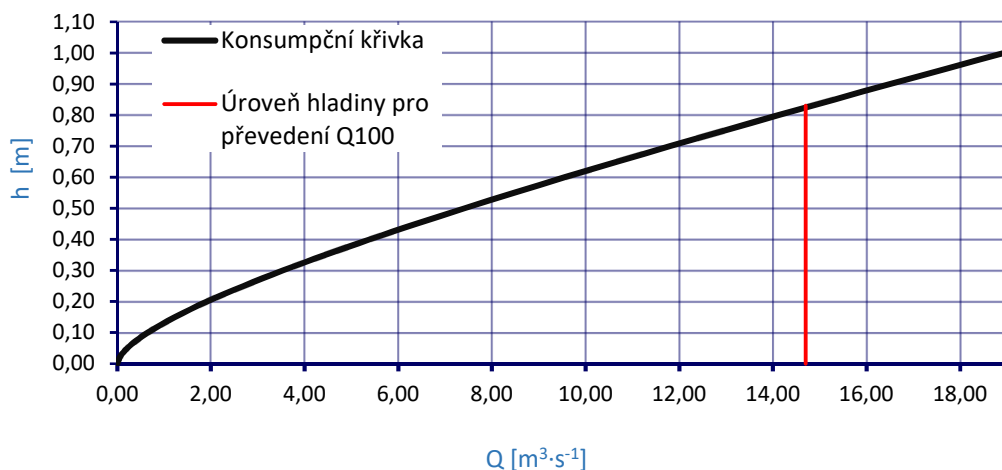
Tabulka 14 – Vstupní parametry pro návrh propustku pod tankovou cestou

<b>h</b>	1,00	[m]	světla výška Benešova rámu
<b>b</b>	1,60	[m]	světla šířka Benešova rámu
<b>n</b>	0,011	[-]	Manningův drsnostní součinitel
<b>i</b>	0,050	[-]	podélný sklon dna propustku
<b>Q<sub>100</sub></b>	14,70	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]	návrhový průtok

Tabulka 15 – Posouzení rámového propustku pod tankovou cestou

pořadí	úroveň hladiny	plocha	omočený obvod	hydraulický poloměr	rychlost proudění	návrhový průtok
i	h	S	O	R	v	Q
[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m·s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]
0	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00
1	0,05	0,08	1,70	0,05	2,65	0,21
2	0,10	0,16	1,80	0,09	4,05	0,65
3	0,15	0,24	1,90	0,13	5,12	1,23
4	0,20	0,32	2,00	0,16	5,99	1,92
5	0,25	0,40	2,10	0,19	6,73	2,69
6	0,30	0,48	2,20	0,22	7,37	3,54
7	0,35	0,56	2,30	0,24	7,93	4,44
8	0,40	0,64	2,40	0,27	8,42	5,39
9	0,45	0,72	2,50	0,29	8,87	6,38
10	0,50	0,80	2,60	0,31	9,26	7,41
11	0,55	0,88	2,70	0,33	9,63	8,47
12	0,60	0,96	2,80	0,34	9,96	9,56
13	0,65	1,04	2,90	0,36	10,26	10,67
14	0,70	1,12	3,00	0,37	10,54	11,80
15	0,75	1,20	3,10	0,39	10,80	12,96
16	0,80	1,28	3,20	0,40	11,04	14,13
17	0,85	1,36	3,30	0,41	11,26	15,31
18	0,90	1,44	3,40	0,42	11,46	16,51
19	0,95	1,52	3,50	0,43	11,66	17,72
20	1,00	1,60	3,60	0,44	11,84	18,94

**Konsumpční křivka rámového propustku pod tankovou cestou**



Obrázek 14 – Konsumpční křivka rámového propustku pod tankovou cestou

## 6.4. Bilance malé vodní nádrže

Bilance slouží pro posouzení dostatku vody pro naplnění nádrže a pro posouzení její dlouhodobé funkce. Určuje se v objemových jednotkách. Jednotlivé bilancované položky jsou:

- Přítok do nádrže	$V_a$
- Odtok z nádrže	$V_{hyg}$
- Ztráty výparem	$V_{vyp}$
- Ztráty průsakem tělesem hráze	$V_{ph}$
- Ztráty průsakem pod tělesem hráze	$V_{pph}$
- Ztráty průsakem do podloží	$V_{pdl}$
- Odběry	$V_{odb}$

Rovnice 9 - Bilanční rovnice

$$V_{bil} = V_a - V_{hyg} - V_{vyp} - V_{ph} - V_{pph} - V_{pdl} - V_{odb}$$

V bilanci navrhované malé vodní nádrže jsou zanedbány ztráty průsakem pod tělesem hráze, ztráty průsakem do podloží, ztráta vody transpirací rostlin a odběry.

### 6.4.1. Přítok do nádrže

Hodnota přítoku do nádrže odpovídá průměrnému dlouhodobému ročnímu průtoku  $Q_a$ . Dle hydrologických dat od ČHMÚ  $Q_a$  pro Žďárský potok odpovídá  $1,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1} = 0,0412 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ .

### 6.4.2. Odtok z nádrže

Odtok z nádrže musí splňovat minimální zůstatkový průtok  $Q_{hyg}$ , který se stanovuje dle Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP ke stanovení hodnot zůstatkových průtoků ve vodních podle následující tabulky:

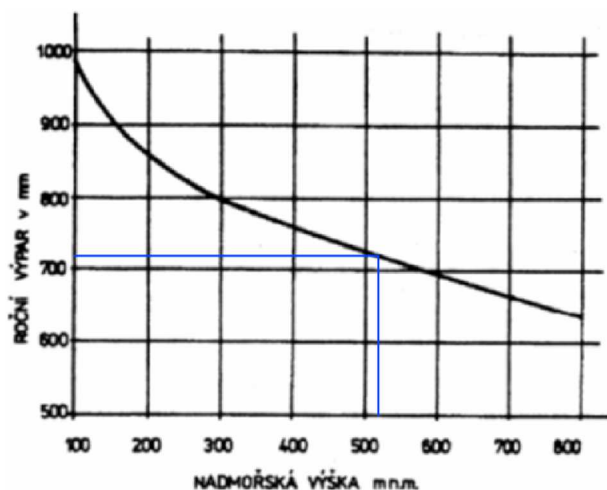
Tabulka 16 – Směrné hodnoty minimálního zůstatkového průtoku [37]

průtok $Q_{355d}$	minimální zůstatkový průtok
< 0,05 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$Q_{330d}$
0,05 - 0,5 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$(Q_{330d} + Q_{355d}) \cdot 0,5$
0,51 - 5,0 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$Q_{355d}$
> 5,0 $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$(Q_{355d} + Q_{364d}) \cdot 0,5$

Hodnota  $Q_{355d}$  z hydrologických dat ČHMÚ odpovídá  $3,8 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1} = 0,0038 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ . Minimální zůstatkový průtok tedy odpovídá  $Q_{330d} = 8,1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1} = 0,0081 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ .

### 6.4.3. Ztráty výparem z vodní hladiny

Ztráta výparem z vodní hladiny závisí průměrné teplotě vzduchu a průměrném tlaku vodních par ve zkoumaném období. Pro určení ztrát výparem byl pro tento případ použit graf závislosti ročního výparu na nadmořské výšce podle ČSN 75 2410.



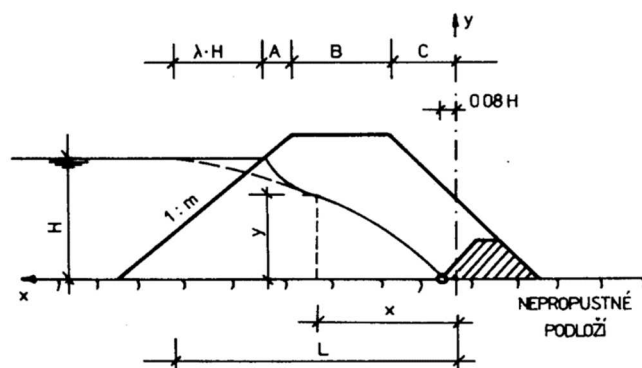
Obrázek 15 – Orientační hodnoty průměrného ročního výparu z volné hladiny v závislosti na nadmořské výšce [38]

Z grafu byla odečtena hodnota ročního výparu **718 mm**.

### 6.4.4. Průsak tělesem hráze

Průsak tělesem hráze závisí na konstrukci hráze a na jejím podloží. Obnovovaná hráz je dosypána, proto se jedná o hráz nehomogenní. Podloží je uvažováno jako nepropustné, pro ověření by bylo potřeba provést podrobný inženýrsko-geologický průzkum.

Pro orientační výpočet je průsak počítán jako v případě hráze homogenní. Vychází se z předpokladu ustáleného rovnoměrného proudění. Výpočet probíhá dle následujícího schématu:



Obrázek 16 – Schéma pro výpočet průsaku homogenní hrází na nepropustném podloží [38]



Specifický průsak na 1 m délky hráze  $q$  se stanoví dle následující rovnice:

Rovnice 10 – **Výpočet specifického průtoku**

$$q = K \cdot \frac{H^2}{2 \cdot L} \quad [m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}]$$

K součinitel hydraulické vodivosti zeminy [ $m \cdot s^{-1}$ ]

H výška vody v nádrži [m]

Rovnice 11 – **Výpočet délky L pro určení průsaku hrází**

$$L = \lambda \cdot H + A + B + C$$

Rovnice 12 – **Výpočet součinitele  $\lambda$  pro určení průsaku hrází**

$$\lambda = \frac{m}{1 + 2 \cdot m}$$

A, B, C rozměry dle schématu na obrázku 14 [m]

m sklon návodního svahu hráze [-]

Rovnice 13 – **Rovnice depresní křivky**

$$y^2 = \frac{H^2}{L} \cdot x$$

Jednotlivé specifické průsaky byly určeny pro každý příčný řez, poté byly vynásobeny šířkou pásu  $s$  každého řezu, který odpovídá polovině vzdálenosti k dalšímu řezu na obě strany. Celkový průsak tělesem hráze byl určen součtem dílčích specifických průsaků.

Tabulka 17 – **Výpočet průsaku hrází**

		příčné řezy				
		km 0,018	km 0,036	km 0,054	km 0,070	km 0,090
		m = 2,5 [-]				
		$\lambda = 0,417$ [-]				
		K = 0,0000005 [ $m \cdot s^{-1}$ ]				
A	[m]	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
B	[m]	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
C	[m]	15,90	21,10	22,60	22,60	15,80
H	[m]	0,20	1,46	3,60	3,47	2,38
L	[m]	15,90	21,10	22,60	22,60	15,80
q	[ $m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ ]	$6,29 \cdot 10^{-10}$	$2,52 \cdot 10^{-8}$	$1,43 \cdot 10^{-7}$	$1,33 \cdot 10^{-7}$	$8,97 \cdot 10^{-8}$
s	[m]	18,00	18,00	18,00	18,00	19,35
Q	[ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]	$1,10 \cdot 10^{-8}$	$4,50 \cdot 10^{-7}$	$2,60 \cdot 10^{-6}$	$2,40 \cdot 10^{-6}$	$1,70 \cdot 10^{-6}$
<b>CELKOVÝ PRŮSAK</b>		<b><math>7,20 \cdot 10^{-6} m^3 \cdot s^{-1}</math></b>				

## 6.4.5. Vyhodnocení bilance

Celkový roční přítok	1 299 283 m <sup>3</sup>
Celkový roční odtok	255 442 m <sup>3</sup>
Celkové roční ztráty výparem z hladiny	5 058 m <sup>3</sup>
Celkové roční ztráty průsakem hrází	226 m <sup>3</sup>
Zásobní prostor nádrže V <sub>a</sub>	10 181 m <sup>3</sup>

Rovnice 14 – Upravená bilanční rovnice

$$V_{bil} = V_a - V_{hyg} - V_{vyp} - V_{ph}$$

$$V_{bil} = 1\,299\,283 - 255\,442 - 5\,058 - 226 = \mathbf{1\,038\,558\,m^3}$$

$$10\,181\,m^3 < 1\,038\,558\,m^3$$

$$V_a < V_{bil}$$

Navrhovaná malá vodní nádrž má pozitivní roční vodohospodářskou bilanci a pravděpodobně bude naplněna v průběhu jednoho roku.

## 6.5. Určení objemů

### 6.5.1. Základní objemy

Základními charakteristikami pro posouzení dlouhodobé funkce a schopnosti splnit požadavky pro užívání vodní nádrže jsou objemy vody v nádrži při maximální a normální úrovni hladiny, objemy výkopů a objemy zeminy potřebné pro těleso hráze nebo její dosypání.

Objemy byly určeny pomocí ploch změřených v AutoCADu pro každý příčný řez. Poté byly plochy vynásobeny šířkou jejich pásu, který odpovídal polovině vzdálenosti k dalšímu příčnému řezu na obě strany.

Tabulka 18 – Objem vody v nádrži při úrovni H<sub>nn</sub>, H<sub>max</sub>, celkový objem vytěžené zeminy ze zátopy

řez [km]	šířka pásu [m]	H <sub>nn</sub>		H <sub>max</sub>		vytěžená zemina	
		plocha [m <sup>2</sup> ]	objem [m <sup>3</sup> ]	plocha [m <sup>2</sup> ]	objem [m <sup>3</sup> ]	plocha [m <sup>2</sup> ]	objem [m <sup>3</sup> ]
0,020 00	20	165	3309	248	4970	67	1336
0,040 00	20	131	2611	215	4306	47	938
0,060 00	20	113	2264	191	3818	70	1398
0,080 00	20	73	1455	150	2994	66	1316
0,100 00	20	27	542	77	1541	53	1063
CELKEM			<b>10181 m<sup>3</sup></b>		<b>17629 m<sup>3</sup></b>		<b>6051 m<sup>3</sup></b>

Tabulka 19 – Potřebný objem zeminy pro dosypání tělesa hráze

řez [km]	plocha [m <sup>2</sup> ]	šířka pásu [m]	objem [m <sup>3</sup> ]
0,018 00	16,75	18,00	301
0,036 00	26,39	18,00	475
0,054 00	45,40	18,00	817
0,072 00	34,09	18,00	614
0,09 00	17,94	19,35	347
		CELKEM	<b>2554 m<sup>3</sup></b>

## 6.6. Charakteristické čáry

Charakteristické čáry nádrže (batygrafické křivky) slouží pro grafické vyjádření tvaru navrhované nádrže. První křivka vyjadřuje závislost mezi zatopenými plochami a úrovní hladiny v nádrži. Druhá křivka vyjadřuje závislost mezi objemem vody v nádrži a hloubkou vody. Zatopené plochy se běžně určují z vrstevnicové situace nádrže s měřítkem ne menším než 1:2000 a vrstevnicemi po 0,5 m, výjimečně po 1,0 m. Plocha pro každou nadmořskou výšku je pak ohraničena příslušnou vrstevnicí a osou hráze. Objemy vody mezi jednotlivými vrstevnicemi se určují následujícím vztahem:

Rovnice 15 – Výpočet dílčího objemu mezi vrstevnicemi

$$V_i = 0,5 \cdot (S_i + S_{i+1}) \cdot \Delta h$$

$V_i$  dílčí objem mezi sousedními vrstevnicemi [m<sup>3</sup>]

$S_i, S_{i+1}$  plochy pro vrstevnice  $i, i+1$  [m<sup>2</sup>]

$\Delta h$  rozdíl výšek vrstevnic  $i$  a  $i+1$  [m]

Výpočet se provádí v tabulce, celkový objem po danou hladinu se určuje postupným přičítáním dílčích objemů. Charakteristické čáry vzniknou vynesáním vypočtených hodnot do grafu, v němž jsou na svislé ose hloubky  $h$  a na vodorovné ose zatopené plochy a objemy. [1]

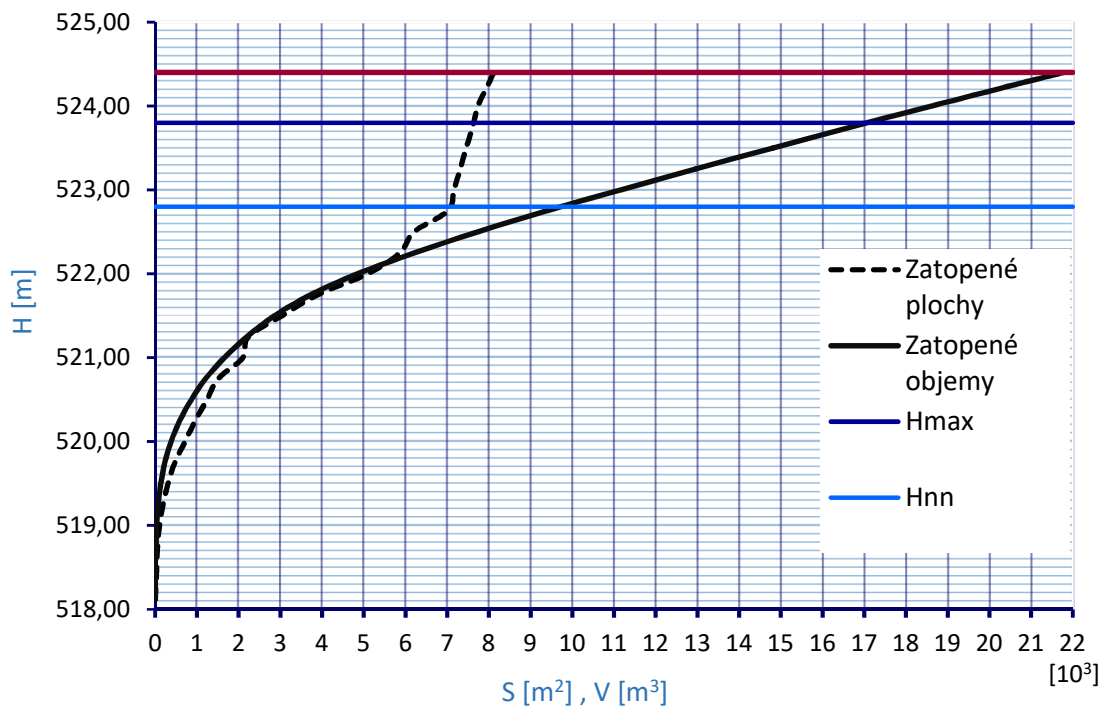
Metodu určení zatopených ploch pomocí vrstevnic lze použít pouze v případě, že zátoka nebude upravována. V návrhu jsou ale navrženy úpravy břehů zátopy i její prohloubení, proto tato metoda nemohla být použita. Zatopené plochy byly určeny opět z příčných řezů zátokou s použitím lichoběžníkového pravidla. Zatopené objemy byly vypočteny dle rovnice 11.

Tabulka 20 – Charakteristické čáry navrhované nádrže

hi	H	S	Vi	Σ V
[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
h <sub>0</sub>	518,12	0	0	0
h <sub>1</sub>	518,50	35	4	4
h <sub>2</sub>	518,75	55	11	16
h <sub>3</sub>	519,00	102	20	35
h <sub>4</sub>	519,25	187	36	72
h <sub>5</sub>	519,50	307	62	133
h <sub>6</sub>	519,75	470	97	231
h <sub>7</sub>	520,00	715	148	379
h <sub>8</sub>	520,25	961	209	588
h <sub>9</sub>	520,50	1241	275	863
h <sub>10</sub>	520,75	1510	344	1207
h <sub>11</sub>	521,00	2100	451	1658
h <sub>12</sub>	521,25	2232	542	2200

hi	H	S	Vi	Σ V
[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
h <sub>13</sub>	521,50	3039	659	2859
h <sub>14</sub>	521,75	3890	866	3725
h <sub>15</sub>	522,00	5091	1123	4847
h <sub>16</sub>	522,25	5865	1369	6217
h <sub>17</sub>	522,50	6204	1509	7725
h <sub>18</sub>	522,75	7014	1652	9378
h <sub>19</sub>	523,00	7163	1772	11150
h <sub>20</sub>	523,25	7312	1809	12959
h <sub>21</sub>	523,50	7454	1846	14805
h <sub>22</sub>	523,75	7609	1883	16688
h <sub>23</sub>	524,00	7737	1918	18606
h <sub>24</sub>	524,25	7977	1964	20570
h <sub>25</sub>	524,40	8114	1207	21777

### CHARAKTERISTICKÉ ČÁRY MVN



Obrázek 17 – Charakteristické čáry navrhované malé vodní nádrže

## 7. Závěr

Cílem studie bylo navrhnout vhodné řešení obnovy zaniklé vodní nádrže. Předmětem návrhu byla rekonstrukce stávající hráze, návrh optimálních funkčních objektů a tvaru zátopy. Po zhodnocení stavu propustků pod tankovou cestou na přítoku do navrhované nádrže se stala součástí návrhu i výměna těchto propustků a úprava úseku tankové cesty. Byla navržena rekonstrukce stávajícího tělesa hráze – úprava spočívala v návrhu úrovně koruny hráze a příčného řezu. Z tohoto návrhu vyplynul potřebný objem zeminy pro dosypání hráze. Dalším krokem bylo stanovení normální a maximální hladiny – v souvislosti s tím byly navrženy propustky pod tankovou cestou tak, aby při povodních nedocházelo k tlakovému proudění. Kvůli nahrazení původních trubních propustků DN 800 Benešovými rámy světlé výšky 1000 mm musel být úsek tankové cesty navýšen pro dodržení potřebného nadnásypu. Pro tento účel byla v návrhu uvažována též zemina vytěžená ze zátopy. Z možností výpustných zařízení a bezpečnostních přelivů byl zvolen sdružený objekt, který byl nejvhodnější díky nejmenší potřebě souvisejících technických zásahů. Úprava zátopy se odvíjela z potřeby zeminy pro dosypání hráze a tankové cesty, ale zejména bylo nutné díky zvolené normální hladině zajistit dostatečnou zatopenou plochu v poměru k velikosti hráze. Součástí úpravy zátopy bylo vytvoření litorální zóny na přítoku a při březích navrhované vodní nádrže. Navrženou úpravou dna zátopy vznikl nadbytek vytěžené zeminy. Přebývající zemina byla v návrhu použita pro navýšení terénu pod hrází, čímž odpadla potřeba řešit odvoz a skládkování přebytečné zeminy a zároveň byla zajištěna dostatečná hloubka upraveného koryta pod hrází. Toto koryto bylo navrženo v lichoběžníkovém tvaru s jednotným opevněním celého příčného profilu, díky plynulému rozprostření zeminy byl eliminován rušivý vliv na vzhled krajiny. Za tímto účelem byl také navržen travnatý povrch koruny a vzdušního svahu hráze, a byla zvolena dřevěná lávka.

Navržená vodní nádrž má poměrně znatelný retenční prostor, tudíž by mohla mít pozitivní vliv na průběh případné povodně. To bude nutné ověřit výpočtem transformace povodňové vlny. Pozitivem obnovy této malé vodní nádrže je i fakt, že nehrozí bezprostřední ohrožení lidských sídel na dolní části povodí. V návrhu se počítá s podporou přirozeného rozlivu vyšších průtoků. Takže nejen že již vybudováním vodní nádrže vznikne nové prostředí pro ekologicky hodnotné ekosystémy, ale případné rozlivy do údolní nivy mohou též vytvořit vhodné podmínky pro některé druhy. Nejprve ovšem bude nutné vyloučit, že se v zasaženém území v současnosti nevyskytují zvláště chráněné rostliny a živočichové. Proto bude potřeba provést fytoecologický a zoocenologický průzkum. Obnova nádrže bude znamenat zásadní migrační překážku na toku. V případě nutnosti vytvoření rybího přechodu by mohlo být vhodné například vést ho trasou bezpečnostního přelivu původní malé vodní nádrže.

Z orientačních výpočtů bilance navržené vodní nádrže vyplývá, že obnova vodní nádrže je smysluplná. Výpočty jsou ale spíše orientační, některé členy rovnice byly zanedbány a nádrž byla uvažována s nepropustným podložím, stejně tak byl orientační výpočet průsaku hrází. Pro ověření vlastností podloží, horninového prostředí a režimu podzemní vody bude před vyhotovením projektové dokumentace nutné zajistit inženýrsko – geologický průzkum. Dále bude muset být posouzena stabilita navržené hráze statickými výpočty a geotechnickým posouzením. Návrh úpravy tankové cesty je rovněž pouze orientační – pro projektovou dokumentaci bude nutné projednání se správci vojenského újezdu pro návrh skladby cesty odpovídající potřebám pro pojezd tankovými vozidly.

## 8. Seznam použitých zdrojů

- [1] VRÁNA, Karel a Jan BERAN. *Rybníky a účelové vodní nádrže*. Vydání třetí. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2008, 150 s. ISBN 978-80-01-04002-7.
- [2] POUZAR, František. Jihočeské rybníky. In: *Dasti.net* [online]. 2003 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://dasti.net/pro/rybnikarstvi.pdf>
- [3] JUST, Tomáš, Pavel MORAVEC, Vladimír ŠÁMAL a Linda FRANKOVÁ. *Obnova rybníků: Obnova malých vodních nádrží jako významných krajinných prvků*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009. ISBN 978-80-87051-63-4. Dostupné také z: <http://www.ochranaprirody.cz/publikacni-cinnost/publikace/obnova-rybniku/>
- [4] Živá voda VLS. *Vojenské lesy a statky ČR: Unikátní příroda, péče s tradicí* [online]. Praha: Vojenské lesy a statky ČR, c2017 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://www.vls.cz/cs/nase-cinnosti/ziva-voda-vls>
- [5] Zákon č.254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon)
- [6] ČSN 75 2410. *Malé vodní nádrže*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 48 s.
- [7] JUST, Tomáš, Vladimír ŠÁMAL, Martin DUŠEK, David FISCHER, Petr KARLÍK a Jiří PYKAL. *Revitalizace vodního prostředí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2003, 144 s. ISBN 80-86064-72-7. Dostupné také z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/aktuality-prezentace/publikace/publikace-ke-stazeni/revitalizace-vodniho-prostredi/>
- [8] Význam a funkce rybníků. *Rybářství Litomyšl* [online]. Rybářství Litomyšl, c2010-2017 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.rybarstvi-litomysl.cz/vyznam-a-funkce-rybniku/>
- [9] Doporučení k projektům malých vodních nádrží. *AOPK ČR: Regionální pracoviště střední Čechy* [online]. AOPK ČR, c2008 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/male-vodni-nadrze/>
- [10] MARCIÁN, František. Rekonstrukce a revitalizace malých vodních nádrží. In: *Stavby pro plnění funkcí lesa v harmonii s přírodou* [online]. Brno: SPPFL, 2010, s. 31 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://sppfl.wz.cz/prezentace/12%20SPPFL\\_marcian.pdf](http://sppfl.wz.cz/prezentace/12%20SPPFL_marcian.pdf)
- [11] *Základní mapy České republiky*. ČUZK. [WMS Služba]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/arcgis/services>
- [12] Struktura DIBAVOD. V.Ú.V. T.G. Masaryka: *Oddělení GIS* [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka, c2014 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27&PHPSESSID=98bd5b426295236f9f35470671fffa27>
- [13] *Geomorfologické jednotky*. ČUZK. [WMS Služba]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://ags.cuzk.cz/ArcGIS/services/GeomorfologickeJednotky/MapServer/WMSServer?>
- [14] MATĚJŮ, Jan, Petr HRADECKÝ a Vladimír MELICHAR, ed. *Doupovské hory*. Praha: Česká geologická služba, 2016. ISBN 978-80-7075-909-7.
- [15] Oblastní plán rozvoje lesů: Přírodní lesní oblast č. 04 Doupovské hory. In: POPELÁŘ, Jan, Jan SYCHRAVA, Ivo RŮŽIČKA a Jiří SKOBLÍK. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem* [online]. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs n. L., 2001 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: [http://www.uhul.cz/images/ke\\_stazeni/oprl\\_oblasti/OPRL-LO04-Doupovske\\_hory.pdf](http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO04-Doupovske_hory.pdf)

- [16] CULEK, Martin, Vít GRULICH, Zdeněk LAŠTŮVKA a Jan DIVÍŠEK. *Biogeografické regiony České republiky* [online]. Brno: Nakladatelství Masarykovy univerzity, 2013 [cit. 2017-05-21]. ISBN 978-80-210-8182-6. Dostupné z: <https://munispace.muni.cz/index.php/munispace/catalog/book/807>
- [17] *Geologická mapa České republiky 1:50 000*. ČGS. [WMS Služba]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Geologie/geocr50/MapServer/WmsServer?SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities>
- [18] *Půdní mapa 1:50 000*. ČGS. [mapová aplikace]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- [19] *Přírodní poměry/ Klima*. AOPK ČR. [WMS Služba]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://gis.nature.cz/arcgis/services>
- [20] Centrální evidence vodních toků. *EAGRI* [online]. Ministerstvo zemědělství ČR, c2009-2017 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html>
- [21] *Hydrogeologická rajonizace 1:50 000*. ČGS. [mapová aplikace]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/hydro\\_rajony/](http://mapy.geology.cz/hydro_rajony/)
- [22] Obrovce. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Obrovce>
- [23] ŠINDELÁŘ, Miroslav. Doupov-náš největší výcvikový prostor. In: *Ministerstvo obrany ČR: Armáda ČR* [online]. Ministerstvo obrany, c2009 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/informacni-servis/zpravodajstvi/doupov---nas-nejvetsi-vycvikovy-prostor-14814/>
- [24] Vojenský újezd Hradiště. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vojensk%C3%BD\\_%C3%BAjezd\\_Hradi%C5%A1t%C4%9B](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vojensk%C3%BD_%C3%BAjezd_Hradi%C5%A1t%C4%9B)
- [25] Upřesnění změn v režimu povolování vstupu a vjezdu na území vojenského újezdu Hradiště od 1.1.2016. *Újezdní úřad Hradiště* [online]. Újezdní úřad Hradiště, 2016 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://www.vojujezd-hradiste.cz/vismo/dokumenty2.asp?id\\_org=4746&id=39218](http://www.vojujezd-hradiste.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=4746&id=39218)
- [26] Území ve správě VLS. *Vojenské lesy a statky ČR: Unikátní příroda, péče s tradicí* [online]. Vojenské lesy a statky ČR, c2017 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://www.vls.cz/cs/pro-verejnost/uzemi-ve-sprave-vls>
- [27] Žďár (Saar). *Památky a příroda Karlovarska: Regionální internetová topografická encyklopedie Karlovarského kraje* [online]. Památky a příroda Karlovarska, c2015 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.pamatkyaprirodakarlovarska.cz/zdar-saar/>
- [28] *Archivní mapy*. ČUZK. [online] 2017. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/main/cio\\_query\\_01.html?mapno\\_cm=c9354-1](http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/data/main/cio_query_01.html?mapno_cm=c9354-1)
- [29] *II. Vojenské mapování*. CENIA [WMS Služba]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia\\_rt\\_II\\_vojenske\\_mapovani/mapserver/WMS Server?](http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia_rt_II_vojenske_mapovani/mapserver/WMS Server?)
- [30] *III. Vojenské mapování*. CENIA [WMS Služba]. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia\\_rt\\_III\\_vojenske\\_mapovani/MapServer/WMSServer?](http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/CENIA/cenia_rt_III_vojenske_mapovani/MapServer/WMSServer?)



- [31] MATĚJŮ, Jan. Doupovské hory. *Ochrana přírody* [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, c2008-2017, 2010(4) [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/doupovske-hory/>
- [32] TEJROVSKÝ, Vít a Jan HORA. *Plán monitoringu ptačí oblasti Doupovské hory* [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2006 [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: [http://www.nature.cz/publik\\_syst2/files08/02\\_doupovske%20hory%20.pdf](http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/02_doupovske%20hory%20.pdf)
- [33] *Nahlížení do KN*. ČUZK. [online] 2017. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- [34] Úpravy vodních toků. *Hornicko-geologická fakulta Vysoké školy báňské-Technické univerzity Ostrava: Skripta ekologické aspekty technické hydrobiologie* [online]. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni\\_loticky/upravy\\_vod\\_toku.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni_loticky/upravy_vod_toku.htm)
- [35] Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí ke stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků ve vodních tocích. *Věstník MŽP* [online]. Ministerstvo životního prostředí, c1998, 1998(5) [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BB978B5BAEDF46C0C1256FC8003F1EB8/\\$file/metod.html](http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/BB978B5BAEDF46C0C1256FC8003F1EB8/$file/metod.html)
- [36] VRÁNA, Karel, Václav David. VK2 - Přednáška 3 [online]. In: [storm.fsv.cvut.cz](http://storm.fsv.cvut.cz) [online]. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: [http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/VK2/VK2\\_predn03.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/VK2/VK2_predn03.pdf)

## 9. Seznam použitých zkratk

MVN	malá vodní nádrž
ČSN	česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
TBD	technickobezpečnostní dohled (nad vodními díly)
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSR	Československá republika
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
EVL	evropsky významná lokalita
EECONET	European Ecological Network
KÚ	katastrální území
KN	katastr nemovitostí
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
PVC	polyvinylchlorid
DN	jmenovitá světlost potrubí (Diameter Nominal)

## 10. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Revitalizační opatření na malých vodních nádržích.....	14
Tabulka 2 - Hodnoty M-denních průtoků vypracované pro období 1931-1980 .....	22
Tabulka 3 - Hodnoty N-letých průtoků vypracované pro období 1931-1980 .....	23
Tabulka 4 – Zastoupení způsobů využití v Doupovském bioregionu .....	27
Tabulka 5 – Základní údaje.....	30
Tabulka 6 – Dotčené pozemky .....	31
Tabulka 7 – Sousední pozemky .....	31
Tabulka 8 - Vstupní parametry výpočtu bezpečnostního přelivu .....	38
Tabulka 9 – Závislost přepadového množství na přepadové výšce – volná hladina.....	39
Tabulka 12 - Vstupní parametry pro určení tvaru koryta po nádrži .....	41
Tabulka 13 – Parametry pro posouzení stability koryta .....	42
Tabulka 14 – Vstupní parametry pro návrh odpadu od sdruženého objektu.....	42
Tabulka 15 – Posouzení odpadu od sdruženého objektu .....	42
Tabulka 16 – Vstupní parametry pro návrh propustku pod tankovou cestou.....	43
Tabulka 17 – Posouzení rámového propustku pod tankovou cestou.....	44
Tabulka 18 – Směrné hodnoty minimálního zůstatkového průtoku.....	45
Tabulka 19 – Výpočet průsaku hrází .....	47
Tabulka 20 – Objem vody v nádrži při úrovni $H_{nn}$ , $H_{max}$ , celkový objem vytěžené zeminy ze zátopy .....	48
Tabulka 21 – Potřebný objem zeminy pro dosypání tělesa hráze .....	49
Tabulka 22 – Charakteristické čáry navrhované nádrže .....	50

## 11. Seznam obrázků a grafů

Obrázek 1 - Umístění zájmového území v rámci České republiky .....	19
Obrázek 2 – Žďár (Saar), Stabilní katastr z roku 1842.....	24
Obrázek 3 – Detail bývalé vodní nádrže, Stabilní katastr z roku 1842.....	25
Obrázek 4 – Žďár (Saar), II. vojenské mapování z r. 1842.....	25
Obrázek 5 – Žďár (Saar) – III. vojenské mapování z r. 1878.....	26
Obrázek 6 – Žďárský potok v prostoru zátopy .....	28
Obrázek 7 – Propustek pod tankovou cestou .....	29
Obrázek 8 – Žďárský potok v místě protržení hráze, pohled do zátopy .....	29
Obrázek 9 – Bývalý náhon pro Vosí mlýn.....	30
Obrázek 10 – Schéma pro výpočet součinitele přepadu.....	37
Obrázek 11 – Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu .....	39
Obrázek 12 – Schéma pro výpočet tvaru koryta pod nádrží.....	41
Obrázek 13 – Konsumpční křivka odpadu od sdruženého objektu .....	43
Obrázek 14 – Konsumpční křivka rámového propustku pod tankovou cestou .....	44
Obrázek 15 – Orientační hodnoty průměrného ročního výparu z volné hladiny v závislosti na nadmořské výšce.....	46
Obrázek 16 – Schéma pro výpočet průsaku homogenní hrází na nepropustném podloží.....	46
Obrázek 17 – Charakteristické čáry navrhované malé vodní nádrže.....	50

## 12. Seznam rovnic

Rovnice 1 – Přepadová rovnice:.....	37
Rovnice 2 – Výpočet součinitele přepadu dle Kramera .....	37
Rovnice 3 – Výpočet účinné šířky přelivu.....	38
Rovnice 4 – Rovnice kontinuity .....	40
Rovnice 5 – Rovnice pro výpočet hydraulického poloměru.....	40
Rovnice 6 – Chézyho rovnice .....	40
Rovnice 7 – Vzorec pro Manningův drsnostní součinitel .....	40
Rovnice 8 – Manningova rovnice .....	40
Rovnice 9 - Bilanční rovnice .....	45
Rovnice 10 – Výpočet specifického průtoku .....	47
Rovnice 11 – Výpočet délky L pro určení průsaku hrází.....	47
Rovnice 12 – Výpočet součinitele $\lambda$ pro určení průsaku hrází .....	47
Rovnice 13 – Rovnice depresní křivky.....	47
Rovnice 14 – Upravená bilanční rovnice .....	48
Rovnice 15 – Výpočet dílčího objemu mezi vrstevnicemi.....	49

## 13. Seznam výkresových příloh

A.1	Vodohospodářská mapa
A.2	Základní mapa ČR
A.3	Situace
A.4	Podélný profil vodním dílem
A.5.a	Příčné řezy zátopou Z1, Z2
A.5.b	Příčné řezy zátopou Z3, Z4
A.5.c	Příčný řez zátopou Z5
A.6	Podélný profil hráze
A.7	Vzorový příčný řez hrází
A.8.a	Příčné řezy hrází H1, H2
A.8.b	Příčné řezy hrází H3, H4
A.8.c	Příčný řez hrází H5
A.9	Sdružený objekt
A.10.a	Podélný profil, řezy tankovou cestou
A.10.b	Vzorový příčný řez tankovou cestou
A.10.c	Příčné řezy tankovou cestou